



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta textilní



Vliv konstrukce tkaniny na setkání

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil
Studijní obor: 3106R016 – Textilní technologie, materiály a nanomateriály

Autor práce: **Patrik Kraus**
Vedoucí práce: Ing. Iva Mertová

Liberec 2016



Influence of fabric construction on yarn crimp

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil
Study branch: 3106R016 – Textile Technologies, Materials and Nanomaterials

Author: **Patrik Kraus**
Supervisor: Ing. Iva Mertová



Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum: 12. 5. 2016

Podpis:

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucí práce paní Ing. Ivě Mertové za odborné vedení, trpělivost a poskytnuté rady a materiály pro mou bakalářskou práci. Dále děkuji své rodině, přítelkyni a všem, kdo mě podporovali během studia.

ANOTACE

V bakalářské práci je sledován především vliv vazby a také dostav na setkání přízí ve tkanině.

V rešeršní části je definováno setkání a jsou zde uvedeny parametry tkaniny, kterými je setkání ovlivněno. Dále tu jsou zmíněny vlastnosti tkanin ovlivněné setkáním. V závěru rešeršní části jsou popsány teoretické a experimentální metody stanovení setkání.

Praktická část obsahuje přehled všech experimentálních tkanin, popisuje měření setkání pomocí analýzy pracovních tahových křivek z dynamometru a měření setkání metodou vypárání nití. Tyto metody měření jsou mezi sebou vzájemně porovnány. Výsledky jsou prezentovány v tabulkách a grafech. Pro ilustraci a ujasnění výsledků je v práci vyobrazeno několik měkkých řezů vybraných tkanin.

Nakonec je zhodnocen vliv vazby a dostavy osnovy a útku na setkání přízí ve tkanině.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Setkání příze, vazba tkaniny, dostava osnovy, dostava útku, tkanina.

ANNOTATION

The bachelor thesis mainly monitors the weave influence and also the density at the yarn crimp in the fabric.

The crimp is defined in the search part of the thesis and the fabric specifications, which the crimp is influenced by, are stated. Next, the properties of fabrics influenced by the crimp are mentioned. The theoretical and experimental methods of the crimp determination are described at the end of the search part.

The practical part contains an overview of all experimental fabrics, describes the crimp measurement by analyzing of working tensile curves gained from a dynamometer and the crimp measurement using the method of unstitching threads. These measuring methods are mutually compared. The results are presented in the tables and graphs. A few soft cuts of selected fabrics are pictured to illustrate and clarify the results.

Finally the influence of the weave, warp density and weft density on the yarn crimp in the fabric is evaluated.

KEY WORDS:

Yarn crimp, fabric weave, warp density, weft density, woven fabric.

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	9
ÚVOD.....	11
1. REŠERŠNÍ ČÁST.....	12
1.1 DEFINICE SETKÁNÍ	12
1.2 SETKÁNÍ OSNOVY A ÚTKU	13
1.2.1 Setkání osnovy	13
1.2.2 Setkání útku.....	13
1.3 VLIV PARAMETRŮ TKANIN NA SETKÁNÍ.....	14
1.3.1 Vazba.....	14
1.3.2 Koeficient provázanosti.....	16
1.3.3 Dostava osnovy a útku	17
1.3.4 Jemnost příze.....	18
1.3.5 Míra zvlnění jednotlivých nití ve tkanině.....	18
1.4 VLIV SETKÁNÍ NA VLASTNOSTI TKANIN.....	20
1.4.1 Tažnost tkaniny	20
1.4.2 Plošná hmotnost tkaniny	20
1.5 METODY STANOVENÍ SETKÁNÍ	21
1.5.1 Teoretické metody stanovení setkání	21
1.5.2 Experimentální stanovení setkání.....	28
2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	42
2.1 MĚŘENÍ SETKÁNÍ POMOCÍ DYNAMOMETRU	46
2.2 MĚŘENÍ SETKÁNÍ „PALCOVOU“ METODOU	49
2.3 MĚKKÉ ŘEZY TKANIN.....	50
3. POROVNÁNÍ METOD A HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ	55
3.1 POROVNÁNÍ „PALCOVÉ“ METODY A METODY MĚŘENÍ SETKÁNÍ POMOCÍ DYNAMOMETRU	55
3.2 VLIV VAZBY TKANINY NA SETKÁNÍ PŘÍZÍ	57
3.3 VLIV DOSTAVY OSNOVY A ÚTKU NA SETKÁNÍ PŘÍZÍ.....	60
4. DISKUSE A ZÁVĚR	64
BIBLIOGRAFICKÉ CITACE	65
SEZNAM OBRÁZKŮ	67
SEZNAM TABULEK.....	68
SEZNAM GRAFŮ	68
SEZNAM PŘÍLOH.....	69

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

A	[mm]	rozestup útkových nití
B	[mm]	rozestup osnovních nití
D _o	[1/cm]	dostava osnovy
d _o	[mm]	průměr osnovní nitě
D _u	[1/cm]	dostava útku
d _u	[mm]	průměr útkové nitě
f	[-]	stupeň provázání
F	[N]	síla
f ^m	[-]	opravný činitel provázanosti
G	[g/m ²]	plošná hmotnost tkaniny
h _o	[mm]	výška vazné vlny osnovy
h _u	[mm]	výška vazné vlny útku
K	[-]	koeficient provázanosti tkaniny
K _o	[-]	koeficient provázanosti osnovy
k _{To}	[-]	koeficient korekce osnovy
k _{Tu}	[-]	koeficient korekce útku
K _u	[-]	koeficient provázanosti útku
l	[km]	délka příze
L _o	[mm]	délka vypárané osnovní nitě ze vzorku (délka vazné vlny v osnově)
l _o	[1 cm]	měřená délka ve směru osnovy
L _{tk}	[mm]	délka vzorku tkaniny
L _u	[mm]	délka vypárané útkové nitě ze vzorku (délka vazné vlny v útku)
l _u	[1 cm]	měřená délka ve směru útku
n _o	[-]	počet osnovních nití ve střídě
n _u	[-]	počet útkových nití ve střídě
PESh		polyesterové hedvábí
S	[m ²]	substanční průřez příze
s _o	[%]	setkání osnovy
s _u	[%]	setkání útku
Š _{tk}	[mm]	šířka vzorku tkaniny

t	[mm]	tloušťka tkaniny
T_o	[tex]	jemnost osnovních nití
T_u	[tex]	jemnost útkových nití
v	[-]	počet vazných bodů ve střídě
z_o	[-]	počet zakřížených úseků na osnovních nitích
z_u	[-]	počet zakřížených úseků na útkových nitích
Δh	[mm]	prodloužení v čelistech
Δl	[mm]	prodloužení nitě
ε_h	[-]	poměrné prodloužení v čelistech
ε_l	[-]	poměrné prodloužení nitě
ε_{Po}	[%]	tažnost osnovní příze
ε_{Pu}	[%]	tažnost útkové příze
ε_{Tko}	[%]	tažnost tkaniny po osnově
ε_{Tku}	[%]	tažnost tkaniny po útku
λ_o	[-]	relativní výška vazné vlny osnovy
λ_u	[-]	relativní výška vazné vlny útku
ρ	[kg/m ³]	hustota vláken
$\varphi (Fi)$	[N/tex]	inverzní funkce prodloužení nezatkané nitě
$\psi (Fi)$	[N/tex]	inverzní funkce prodloužení zatkané nitě vypárané z tkaniny

ÚVOD

Tkanina je plošná textilie vytvořená z jedné nebo více soustav osnovních (podélných) nití a z jedné nebo více soustav útkových (příčných) nití. Tyto soustavy nití jsou mezi sebou vzájemně provázány během několika operací zpravidla v kolmém směru. Vlivem zvlnění nitě po zatčení dochází ve tkanině k relativnímu zkrácení nitě, kterému říkáme setkání.

Setkání nití je pro tkaniny velmi podstatným parametrem, jelikož jím můžeme ovlivnit tažnost, plošnou hmotnost a v neposlední řadě také spotřebu nitě ve tkanině. V praxi je setkání důležité zejména pro odhad produkce a plošné hmotnosti výsledné tkaniny. Pokud si uvědomíme, že cca dvě třetiny celkových nákladů na výrobu tkaniny tvoří náklady materiálové, potom je setkání velmi důležité ekonomicky. Setkání je tedy významné hlavně pro výrobce v procesu plánování a nákupu.

Na setkání přízí může mít vliv hned několik konstrukčních parametrů tkaniny. Cílem této práce bude sledovat vliv vazby a také dostavy osnovy a útku na zmíněné setkání.

Pro zjišťování setkání budou použity dvě dostupné metody, přičemž první z nich bude analýza pracovních tahových křivek nití vypáraných z tkaniny a nitě nezatčené. K tomuto experimentu bude použit dynamometr Instron 4411 umístěný v laboratoři Katedry textilních technologií na Technické univerzitě v Liberci. Druhou metodou pro stanovení setkání bude měření páráním a následným proměřováním délek nití. Abychom viděli vzájemnou polohu nití osnovního i útkového systému, budou analyzovány měkké řezy vybraných tkanin.

Použité metody stanovení setkání mezi sebou budou statisticky porovnány a posouzeny z hlediska jejich výhod a nevýhod. Nakonec bude hodnocen vliv vazby a dostavy osnovy a útku na zjištěné hodnoty setkání.

Měření bude prováděno na dvaceti tkaninách poskytnutých společností Spolsin s.r.o., jež byly všechny utkány na stejném stroji z nití shodné jemnosti 16,5 tex.

1. REŠERŠNÍ ČÁST

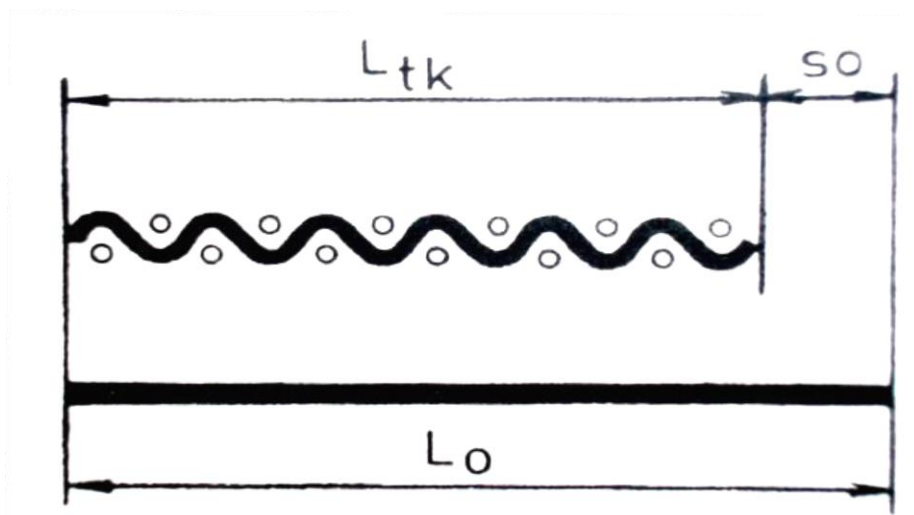
1.1 Definice setkání

Různí autoři definují setkání různými způsoby, avšak vždy jde o totožnou myšlenku popsanou jinými slovy. Setkání je definováno zvláště pro osnovu a zvláště pro útek, v praxi se většinou vyjadřuje v procentech [1].

Někteří [2] jej definují jako „relativní zkrácení nitě jejím zvlněním po zatkání“, nebo „poměrné prodloužení po vyparávání nitě z tkaniny“ [3], jiní [4] jako „poměrnou změnu délky nitě při procesu tkaní.“.

Jelikož v této práci budou párány příze z každé tkaniny a měřeno setkání z již připravených tkanin, zamlouvá se nejvíce definice „poměrné prodloužení po vyparávání nitě z tkaniny.“.

Protože je setkání dáno provázáním nití ve tkanině, každá tato plošná textilie má nějaké setkání. Pokud by neměla, nebyla by to tkanina.



Obr. 1 - Schéma setkání [6]

Na obr. 1 je zobrazeno schéma setkání, kde rozdílem mezi délkou vypárané osnovní nitě ve vzorku (délkou vazné vlny v osnově) L_o [mm] a délkou vzorku tkaniny L_{tk} [mm] vyjadřujeme setkání osnovy s_o [%].

Setkání osnovy je určující parametr ke stanovení délky osnovy pro výrobu určité délky tkaniny. Setkání útku je důležité pro výpočet šířky a čísla paprsku a určení přibližné spotřeby útku [6].

Níže jsou uvedeny některé možnosti vyjádření výše uvedeného setkání.

- vyjádřením délky vazné vlny ve tkanině (L_o , L_u) na základě teoretických modelů,
- experimentální proměření délky vazné vlny ve tkanině (L_o , L_u) na základě obrazové analýzy (využití softwaru NIS-Elements),
- experimentálním proměřením délky jak osnovní, tak i útkové nitě vypárané z tkaniny.

Následným dosazením délek vazných vln L_o a L_u do vztahů (1.1) a (1.2) můžeme vypočítat setkání.

[7]

1.2 Setkání osnovy a útku

Jelikož je při výrobě tkaniny na tkalcovském stavu osnova napnutá a útek provazuje víceméně volně, bývá většinou setkání osnovní nitě menší, než setkání útku. Tento jev je možné použít v praxi také k tomu, abychom poznali směr osnovy a útku, pokud na odstřihu tkaniny není její pevný okraj, který určuje směr osnovy [8].

1.2.1 Setkání osnovy

Definujeme jako rozdíl mezi délkou vypárané osnovní nitě (délkou vazné vlny) L_o a délkou vzorku tkaniny L_{tk} vyjádřený v procentech z délky tkaniny [9].

$$s_o = \frac{L_o - L_{tk}}{L_{tk}} \cdot 10^2 \quad (1.1)$$

s_o	[%]	setkání osnovy,
L_{tk}	[mm]	délka vzorku tkaniny,
L_o	[mm]	délka vypárané osnovní nitě ze vzorku (délka vazné vlny v osnově).

1.2.2 Setkání útku

Definujeme jako rozdíl mezi délkou vypárané útkové nitě (délkou vazné vlny) L_u a šířkou vzorku tkaniny \check{S}_{tk} vyjádřený v procentech z šíře tkaniny [9].

$$s_u = \frac{L_u - \check{S}_{tk}}{\check{S}_{tk}} \cdot 10^2 \quad (1.2)$$

s_u	[%]	setkání útku,
\check{S}_{tk}	[mm]	šířka vzorku tkaniny,
L_u	[mm]	délka vypárané útkové nitě ze vzorku (délka vazné vlny v útku).

1.3 Vliv parametrů tkanin na setkání

Strukturu tkaniny lze posuzovat z hlediska plošné nebo prostorové geometrie. Plošná geometrie definuje tkaninu jen z části a je určena např. vazbou, dostavou, jemností příze nebo použitým materiálem. Významnou roli ve tkanině hraje prostorová geometrie. Mezi parametry prostorové geometrie patří např. míra zvlnění jednotlivých nití ve tkanině, délka nitě ve vazné vlně, úhel provázání přízí ve tkanině, atd. Prostorová geometrie je způsob provázání nití ovlivňující jak silové, tak i deformační poměry mezi osnovou a útkem vzniklé ve tkanině během i po vlastním procesu tkaní [1].

Setkání je ovlivněno mnoha parametry, např. jemností nití, dostavou osnovy a útku, tahovým napětím v niti, mírou zvlnění jednotlivých přízí ve tkanině, vazbou (provázaností nití, velikostí flotáže...) [1].

Setkání ve směru útku je závislé na relativním zkrácení útků jejich zprohýbáním a na délce do prošlupu zaneseného útku.

1.3.1 Vazba

Tkanina je plošná textilie vytvořená z jedné nebo více soustav osnovních (podélných) nití a z jedné nebo více soustav útkových (příčných) nití. Tyto soustavy nití jsou vzájemně provázány zpravidla v kolmém směru. Způsob provázání osnovních a útkových nití (uspořádání vazných bodů) ve tkanině určuje právě vazba. Nejmenší pravidelně se opakující část vazby je střída vazby.

Místo, kde se překříží osnovní a útková nit se nazývá vazný bod.

- pokud je v místě překřížení osnovní nit nad útkovou, jedná se o osnovní vazný bod,
- pokud je v místě překřížení útková nit nad osnovní, jedná se o útkový vazný bod.

Podle toho, jaké vazné body převládají na líci tkaniny, rozlišujeme vazby osnovní, útkové a oboustranné.

Vazby mohou být základní, odvozené, složené a volně sestavené.

Základní typy vazeb

Plátno

Plátnová vazba patří mezi základní vazby. Je to nejjednodušší, ale i nejpevnější vazba s nejhustším provázáním, kde se pravidelně střídá osnovní a útkový vazný bod. Střidu vazby tedy tvoří dvě nitě osnovní a dvě nitě útkové. Tkanina v plátnové vazbě má oproti kepru a atlasu (se stejnými parametry) menší tloušťku, menší prodyšnost, větší pevnost a vyšší setkání v osnově a útku. Důvodem je právě způsob provázání a dále flotáž (neprovazující úsek) nití ve tkanině, který plátnová vazba jako jediná neobsahuje. S rostoucí délkou flotáže totiž roste tloušťka a prodyšnost tkaniny a naopak klesá pevnost a tažnost tkaniny [9]. Střída plátnové vazby je schematicky zobrazena na obr. 13.

Kepr

Je to vazba, která obsahuje úseky flotujících nití. Oproti plátnu se snižuje hustota provázání ve tkanině a vazné body na sebe vzájemně diagonálně navazují. Nejmenší střída vazby je 3/3 (tzn. 3 osnovní a 3 útkové nitě). Kepry mohou být osnovní nebo útkové podle toho, které vazné body ve střídě vazby převládají. U keprů rozlišujeme také směr stoupání řádků na levý (označujeme S) nebo pravý (označujeme Z) [9]. Střídy vazeb použitých v experimentu jsou schematicky zobrazeny na obr. 14, 15, 16, 17.

Atlas

Vazba, u které se prodlužuje délka flotujících nití. Oproti plátnu se snižuje hustota provázání ve tkanině a vazné body nemají vzájemný kontakt. Nejmenší střída vazby je 5/5 (tzn. 5 osnovních a 5 útkových nití). Atlasy jsou podle převládajících vazných bodů buď osnovní, nebo útkové. Jsou hladké s velmi jemným šikmým řádkováním různého úhlu stoupání, které je různé podle použitého postupného čísla při konstrukci vazby [9]. Střídy atlasových vazeb použitých v tomto experimentu jsou schematicky zobrazeny na obr. 18, 19, 20.

Velikost setkání závisí na použité vazbě. Porovnáním vazeb dosahuje nejvyššího setkání vazba plátnová, jelikož je tvořena pouze přechodovými úseky. Neobsahuje flotážní část, zvlnění nití v plátnové vazbě je maximální. Volné vazby obsahují flotážní úseky, které leží ve tkanině volně. Volněji provázaná tkanina způsobí nižší setkání a více provázaná tkanina bude mít vyšší setkání. Flotážní vazby budou mít tedy pochopitelně oproti plátnu nižší setkání.

1.3.2 Koeficient provázanosti

Tímto parametrem znázorňujeme podíl skutečně zakřížených úseků vůči všem úsekům. Koeficient provázanosti ovlivňuje hodnotu setkání, neboť zkrácení tkaniny zvlněním útku je způsobováno pouze provazujícími úseky nitě. Největšího koeficientu provázanosti dosahuje plátňová vazba, kdy $K = 1$. U všech ostatních vazeb jsou tyto hodnoty nižší [3].

Níže jsou uvedeny vztahy pro výpočet koeficientů provázanosti.

Počet vazných bodů ve střídě

$$v = n_o n_u, \quad (1.3)$$

Koeficient provázanosti osnovy

$$\kappa_o = \frac{z_o}{v} \leq 1, \quad (1.4)$$

Koeficient provázanosti útku

$$\kappa_u = \frac{z_u}{v} \leq 1, \quad (1.5)$$

Koeficient provázanosti tkaniny

$$\kappa = \frac{\kappa_o + \kappa_u}{2} \leq 1. \quad (1.6)$$

v	[-]	počet vazných bodů ve střídě,
κ_o	[-]	koeficient provázanosti osnovy,
κ_u	[-]	koeficient provázanosti útku,
K	[-]	koeficient provázanosti tkaniny,
z_o	[-]	počet zakřížených úseků na osnovních nitích,
z_u	[-]	počet zakřížených úseků na útkových nitích,
n_o	[-]	počet osnovních nití ve střídě,
n_u	[-]	počet útkových nití ve střídě.

[3]

1.3.3 Dostava osnovy a útku

Dostava osnovy

Vyjadřuje počet osnovních nití připadajících na jeden centimetr šířky tkaniny nebo deset centimetrů šířky tkaniny [9]. V této práci bude dostava osnovy uváděna v jednotkách [1/cm].

$$D_o = \frac{n_o}{l_u} \quad (1.7)$$

D_o	[1/cm]	dostava osnovy,
n_o	[-]	počet nití v osnově na měřenou délku,
l_u	[1 cm]	měřená délka ve směru útku.

Dostava útku

Vyjadřuje počet útkových nití připadajících na jeden centimetr délky tkaniny nebo deset centimetrů délky tkaniny [9]. V této práci bude dostava útku uváděna v jednotkách [1/cm].

$$D_u = \frac{n_u}{l_o} \quad (1.8)$$

D_u	[1/cm]	dostava útku,
n_u	[-]	počet nití v útku na měřenou délku,
l_o	[1 cm]	měřená délka ve směru osnovy.

Dostava velmi výrazně ovlivňuje setkání. Hustší druhá soustava nití způsobuje větší setkání první soustavy nití (např. zvýšíme-li dostavu osnovy, zvýší se setkání útku).

Dostava tkaniny závisí na jemnosti a materiálovém složení příze, silovém působení tkacího procesu a také na vazbě tkaniny. Plátňová vazba je ze všech vazeb nejvíce provázána, je nejhustší. Ostatní vazby jsou volnější, lze tedy u nich dosáhnout vyšších dostav [8].

1.3.4 Jemnost příze

Jemnost (délková hmotnost) příze vyjadřuje vztah mezi hmotností příze m a délkou příze l . Jemnost lze také vyjádřit jako součin hustoty vláken ρ a součet všech řezných ploch vláken v průřezu příze, jenž se označuje jako substanční průřez příze S [10].

Pro vyjádření jemnosti používáme soustavy tex. Soustavou tex rozumíme systém vyjadřování jemnosti přádelnických délkových produktů v jednotkách tex, popř. v násobku této jednotky (ktex). Podíly základní jednotky tex, tj. dtex, mtex, jsou vhodné spíše pro vlákna, chemické hedvábí, apod. Z hlediska geometrie tkaniny slouží délková hmotnost příze pro stanovení teoretického průměru nití [11].

Jemnost má velmi významný vliv na setkání. Nitě o vyšší jemnosti druhé soustavy vytvářejí předpoklad pro větší setkání první soustavy. Dále můžeme předpokládat, že hrubší nit vlastní soustavy nití způsobuje větší setkání (tzn., že pokud zvýšíme jemnost např. osnovních nití, zvýší se i setkání osnovy) [6].

Jemnost T v jednotkách [tex] vypočítáme ze vztahu:

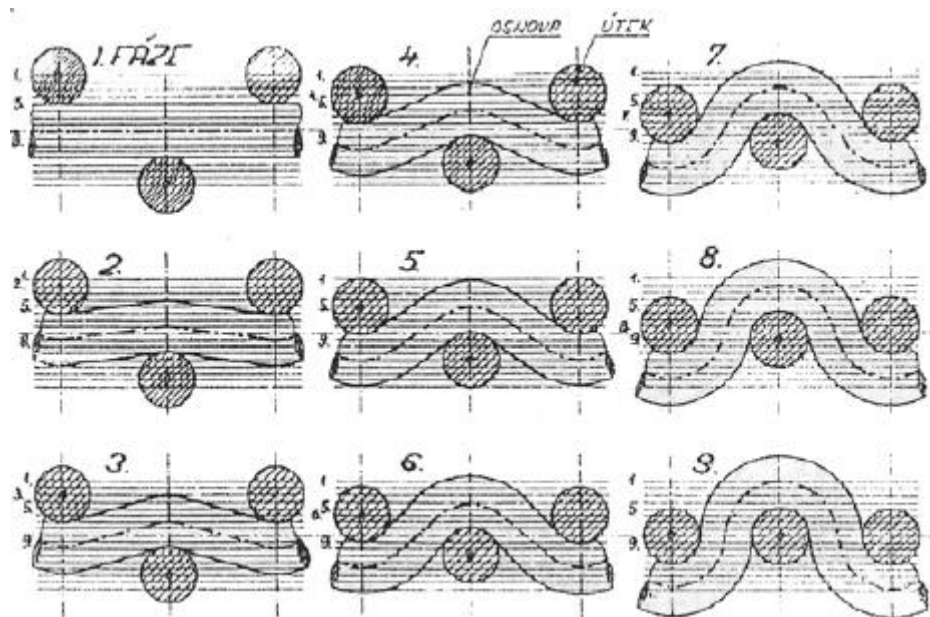
$$T = \frac{m}{l} = \rho \cdot S \quad (1.9)$$

m	[g]	hmotnost příze,
l	[km]	délka příze,
ρ	[kg/m ³]	hustota vláken,
S	[m ²]	substanční průřez příze.

[10]

1.3.5 Míra zvlnění jednotlivých nití ve tkanině

Míra zvlnění jednotlivých nití ve tkanině odpovídá parametrům λ_o a λ_u , jež lze přibližně stanovit podle fází provázání vycházejících z práce Novikova, který zavedl klasifikaci provázání tkaniny podle míry zvlnění obou soustav nití. Fází provázání je devět a jsou odstupňovány podle míry zvlnění osnovy λ_o . Jednotlivé stupně vyjadřují stádium vzniku tkaniny [12].



Obr. 2 - Fáze provázání dle Novikova [12]

1. fáze $\lambda_o = 0$... osnova napříměna, útkové nitě maximálně zvlněny
2. fáze $\lambda_o = 0,125$
3. fáze $\lambda_o = 0,25$
4. fáze $\lambda_o = 0,375$
5. fáze $\lambda_o = 0,5$... osnova útek zvlněny stejně
6. fáze $\lambda_o = 0,625$
7. fáze $\lambda_o = 0,75$
8. fáze $\lambda_o = 0,875$
9. fáze $\lambda_o = 1$... osnova maximálně zvlněná, útek napříměn

λ_o [-] míra zvlnění osnovy,
 λ_u [-] míra zvlnění útku.

[12]

1.4 Vliv setkání na vlastnosti tkanin

Setkáním lze ovlivnit plošnou hmotnost, tažnost a v neposlední řadě také spotřebu nitě ve tkanině, proto je pro tkaniny velmi důležité.

1.4.1 Tažnost tkaniny

Tažnost tkaniny ve směru osnovy či útku je definována jako protažení tkaniny při maximální síle (při přetrhu) k původní délce tkaniny [1]. Tažnost tkaniny je závislá na tažnosti příze a způsobu provázání příze ve tkanině, kde je korigována koeficientem k_T . Koeficient zahrnuje vliv materiálu a vazby tkaniny [11]. Vztahy pro výpočet tažnosti tkaniny po osnově a po útku jsou uvedeny níže.

$$\varepsilon_{Tko} = k_{Tu} \left[(1 + \varepsilon_{Po}) \left(1 + \frac{s_o}{10^2} \right) - 1 \right] \quad (1.10)$$

$$\varepsilon_{Tku} = k_{Tu} \left[(1 + \varepsilon_{Pu}) \left(1 + \frac{s_u}{10^2} \right) - 1 \right] \quad (1.11)$$

$\varepsilon_{Tko} [\%], \varepsilon_{Tku} [\%]$ tažnost tkaniny po osnově, útku,
 $k_{To}, k_{Tu} [1]$ koeficient korekce osnovy, útku
 $\varepsilon_{Po} [\%], \varepsilon_{Pu} [\%]$ tažnost osnovní příze; tažnost útkové příze

[11]

Čím vyšší bude setkání jedné soustavy nití, tím vyšší bude i tažnost tkaniny v tomto směru (tkanina se bude prodlužovat vlivem narovnávání nití).

1.4.2 Plošná hmotnost tkaniny

Plošná hmotnost tkaniny (v praxi také gramáž tkaniny) je definována jako hmotnost připadající na jednotku plochy tkaniny [9]. Plošná hmotnost závisí na setkání nití ve všech soustavách, dostavě v osnově a útku a jemnosti použitých přízí [3]. Níže je uveden vztah pro výpočet hmotnosti metru čtverečního tkaniny.

$$G = [D_o \cdot T_o \cdot \left(1 + \frac{s_o}{10^2} \right) + D_u \cdot T_u \cdot \left(1 + \frac{s_u}{10^2} \right)] \cdot 10^{-1} \quad (1.12)$$

G [g/m²] plošná hmotnost tkaniny,
 D_o [1/cm] dostava osnovy,
 D_u [1/cm] dostava útku,

T_o	[tex]	jemnost osnovních nití,
T_u	[tex]	jemnost útkových nití,
s_o	[%]	setkání osnovy,
s_u	[%]	setkání útku.

[7]

Dle plošné hmotnosti textilie můžeme dělit tkanin na *lehké textilie*, *středně těžké textilie* a *těžké textilie*. Viz níže. V kulatých závorkách jsou uvedeny možnosti využití plošných textilií pro příslušnou gramáž.

Lehké textilie - 80 – 120 [g/m²] (podšívky, košiloviny)

Střední - 140 – 240 [g/m²] (bavlněné tkaniny – plátno, lehké dámské šatovky)

Těžké - 250 – 900 [g/m²] (oblekoviny, pláštěoviny)

1.5 Metody stanovení setkání

Metod stanovení setkání existuje hned několik a můžeme je rozdělit na metody teoretické a experimentální.

1.5.1 Teoretické metody stanovení setkání

Při použití teoretické metody stanovení setkání se snažíme skrz různé, více či méně přesné, matematické modely provázání, vyjádřit délku vazné vlny ve tkanině, díky které poté už není problém zjistit kýžené setkání.

Níže je uvedeno několik vybraných modelů vazné vlny.

- Model vazné vlny (Peirce) pro vyrovnanou tkaninu
- Model vazné vlny (Peirce) pro nevyrovnanou (obecnou) tkaninu
- Lineární model provázání
- Hyperbolický model provázání

1.5.1.1 Peirceův geometrický model

Tento model, známý také jako model oblouk - přímka, byl vyvinut Peircem (1937) a je v současné době nejstarším a nejpoužívanějším. Jedná se o nejjednodušší model, ve kterém předpokládáme, že tkanina napjatá po osnově a/nebo po útku zachovává geome-

trii Peirceova modelu (obr. 3 a obr. 4). Dále předpokládáme, že nitě ve tkanině jsou dokonale ohebné, neroztažné a příčně nedeformovatelné [3].

V Peircově modelu osnova a útek ukazují dvourozměrné trajektorie. Kruhové a stlačitelné oblasti ideálně popisují příze. Úsečky, kružnice a části kružnic popisují jejich trajektorie. Vzhledem k této specifické geometrii je možné provádět výpočty pouze jednoduchých struktur. Jakmile jsou příze nestlačitelné a dokonale pružné, zakřivení příze je rovnoměrné, potom model určuje příčný profil zkřížených přízí. Předchozí předpoklad lze využít pro plátnové, ale i pro neplátnové vazby, tj. vazby s nezakříženými úsečky. Podíl zakřížených úseků je dán koeficientem provázanosti dané soustavy. Zbývající podíl úseků dané soustavy obsahuje nezakřížené, tj. „rovné“ úseky. Délka každého takového úseku je $1/D_o$, resp. $1/D_u$. Pro výpočet setkání pak musíme sečíst délky zakřížených a nezakřížených úseků (flotáž) [13].

Problémem je, že jde o model tkaniny, kde nevíme, jaký je přesný průměr osnovních a útkových nití, zanedbáváme zploštění nití, neuvažujeme, jak se mění např. průměry nití s dostavou a dalšími parametry tkaniny. Dále nevíme, do jaké míry můžeme použít ideu vyrovnané tkaniny a které tkaniny lze považovat za přibližně vyrovnané. Stále jde o poměrně jednoduchý a teoretický model, kde zjednodušujeme situace. V komplikovanějších modelech se často volí empirické řešení těchto problémů, ale zcela přesný model tkaniny zatím není známý.

Peirceův model pro nevyrovnanou tkaninu

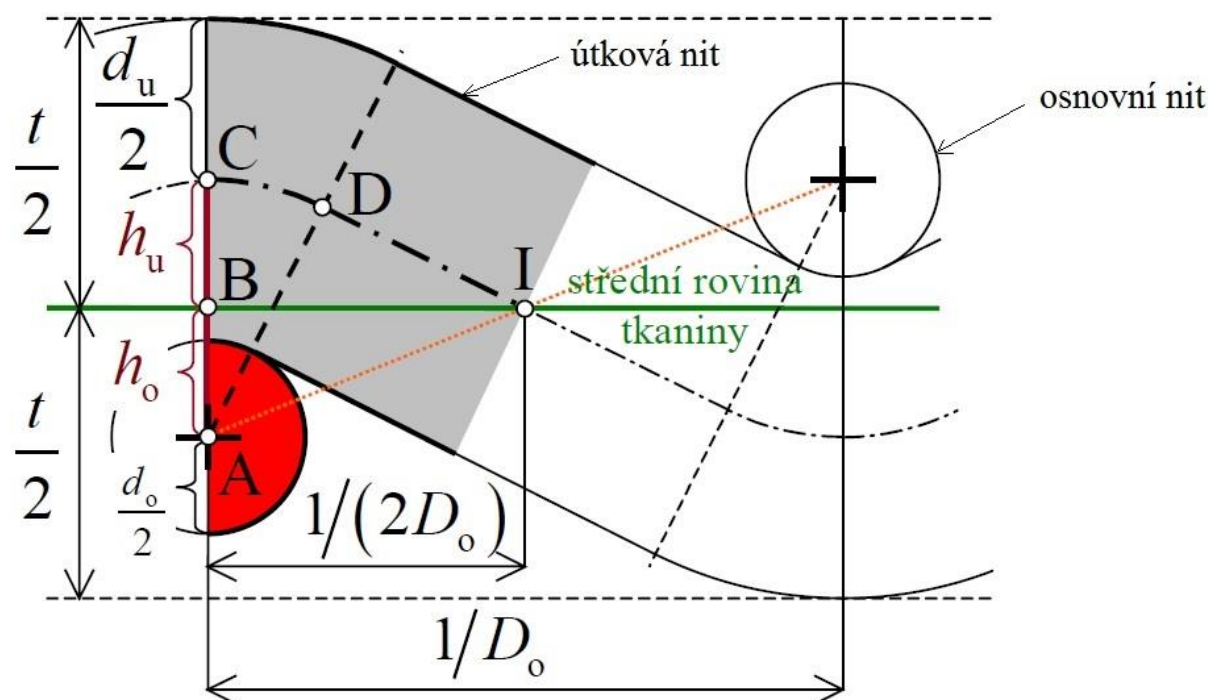
V tomto apriorně geometrickém modelu Peirce pro nevyrovnanou tkaninu předpokládáme, že:

- osnovní a útkové vazné body neleží v jedné rovině (nevyrovnaná tkanina),
- tloušťka tkaniny t v nevyrovnané tkanině je $t > d_o + d_u$,
- osy nití jsou složeny z kruhových oblouků a úseček,
- průřezy nití jsou kruhové.

Předpokládejme známé veličiny:

D_o	[1/cm]	dostava osnovy,
D_u	[1/cm]	dostava útku,
d_o	[mm]	průměr osnovní nitě,
d_u	[mm]	průměr útkové nitě,
h_o	[mm]	výška vazné vlny osnovy,
h_u	[mm]	výška vazné vlny útku.

Níže je zobrazeno schéma geometrie zakříženého úseku útkové nitě pro nevyrovnanou tkaninu.



Obr. 3 - Geometrie zakříženého úseku útkové nitě - Peirceův model pro nevyrovnanou tkaninu [3]

λ_o	[-]	relativní výška vazné vlny osnovy,
λ_u	[-]	relativní výška vazné vlny útku,
s_u	[%]	setkání útku v zakříženém úseku,
s_o	[%]	setkání osnovy v zakříženém úseku,
$1/D_o$	[cm]	vzdálenost osnovních nití,
$1/D_u$	[cm]	vzdálenost útkových nití,
t	[mm]	tloušťka tkaniny,
l_u	[mm]	délka útkové nitě,
l_o	[mm]	délka osnovní nitě.

Ze znalostí matematiky - užitím goniometrických funkcí, Pythagorovy věty, matematických a ekvivalentních úprav rovnic a odvozováním dojdeme k níže uvedeným výrazům pro *útkovou nit*. Záměnou indexů „o“ a „u“ ve všech níže uvedených vztazích vzniknou rovnice platné pro *zakřížený úsek osnovní nitě*. Pokud počítáme délku nitě nebo setkání pro neplátňové vazby, je nutné přičíst *flotážní úsek nitě*.

Délka útkové nitě v zakříženém úseku

$$l_u = \widehat{CD} + a = \frac{d_o + d_u}{2} \left(\alpha_u + \sqrt{\frac{\lambda_o^2}{\sin^2 \beta_u} - 1} \right) \quad [\text{mm}] \quad [1.13]$$

Setkání útkové nitě v zakřížženém úseku

$$s_u = \frac{tg\beta_u}{\lambda_o} \left(\alpha_u + \sqrt{\frac{\lambda_o^2}{\sin^2\beta_u} - 1} \right) - 1 \quad [\%] \quad [1.14]$$

kde

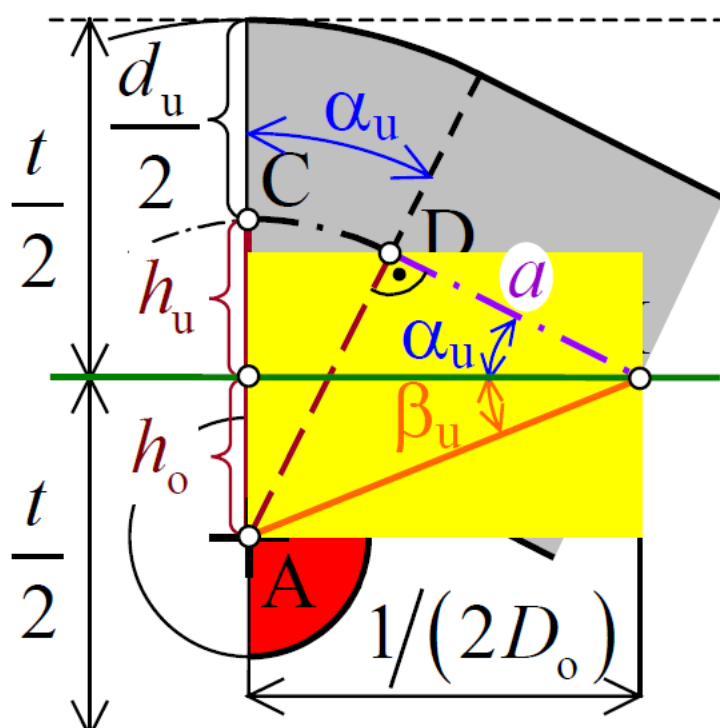
$$\alpha_u = \arctg \left[\frac{1 - tg\beta_u \sqrt{\frac{\lambda_o^2}{\sin^2\beta_u} - 1}}{\sqrt{\frac{\lambda_o^2}{\sin^2\beta_u} - 1} + tg\beta_u} \right] \quad [^\circ] \quad [1.15]$$

λ_o [-] relativní výška vazné vlny osnovy

λ_u [-] relativní výška vazné vlny útku

d_o [mm] průměr osnovní nitě,

d_u [mm] průměr útkové nitě.

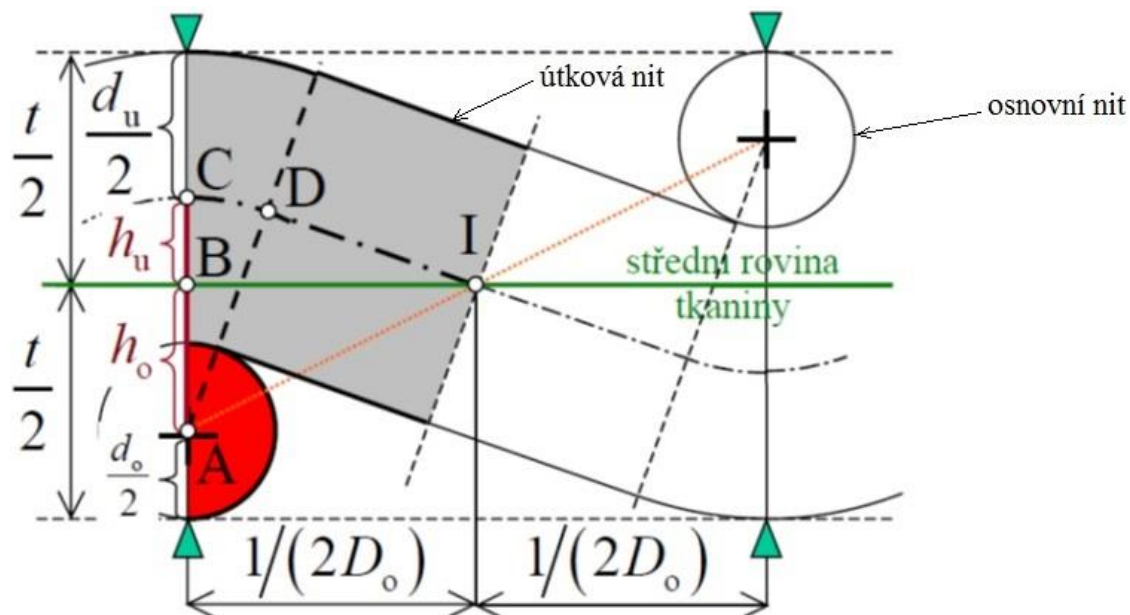


Obr. 4 - Levá „půlvlna“ schématu Peirceova modelu [3]

Peirceův model pro vyrovnanou tkaninu

V praxi často neznáme hodnoty výšek vazných vln osnovy a útku (h_o , h_u), avšak na základě zkušeností víme, že mnohdy leží osnovní i útkové vazné body téměř v jedné rovině. Proto situaci zjednodušíme a použijeme model vyrovnané tkaniny. Setkání i délku útkové i osnovní nitě v zakřížženém úseku vyjádříme obdobným způsobem jako u modelu pro nevyrovnanou tkaninu a v případě flotážních (neplátňových vazeb) přičteme flotáž [3].

Níže je vyobrazeno schéma zakříženého úseku útkové nitě pro vyrovnanou tkaninu.



Obr. 5 - Geometrie zakříženého úseku útkové nitě - Peirceův model pro vyrovnanou tkaninu [3]

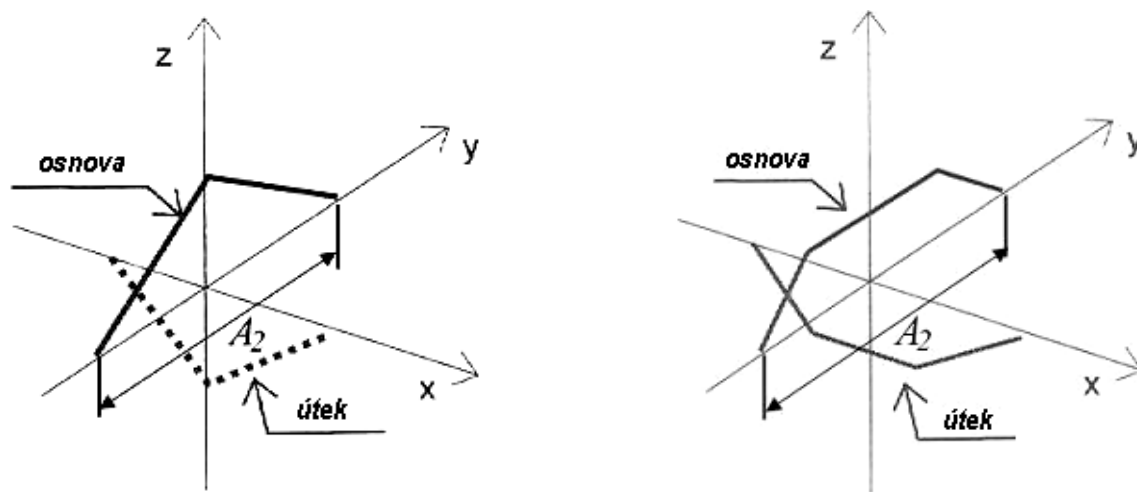
V tomto apriorně geometrickém modelu podle Peirce pro vyrovnanou tkaninu tedy předpokládáme, že:

- osnovní a útkové vazné body leží v jedné rovině (vyrovnaná tkanina),
- tloušťka tkaniny t v nevyrovnané tkanině je $t = d_o + d_u$,
- osy nití jsou složeny z kruhových oblouků a úseček,
- průřezy nití jsou kruhové.

[3]

1.5.1.2 Lineární model provázání

Nejdříve Kawabata vyvinul model založený na biaxiálním namáhání a navrhnul strukturu podobnou jako Peirce, ale prezentovanou odlišným způsobem. V Kawabatově modelu je nahrazena vazná vlna pouze přímkou bez oblouků, z čehož je následně možné vypočítat setkání [13]. Pro případ neplátnového provázání můžeme nazývat model jako lichoběžníkový (obr. 6 vpravo).



Obr. 6 - Lineární zobrazení plátnového a neplátnového provázání nití ve tkanině [14]

Stanovení setkání osnovní a útkové nitě na základě výše uvedeného modelu:

- vyjádření délky osnovní a útkové nitě ve střídě vazby:

$$l_o = 4 \sqrt{\left[\left(\frac{A}{2}\right)^2 + h_o^2\right]} + \text{flotáž osnovy}, \quad (1.16)$$

$$l_u = 4 \sqrt{\left[\left(\frac{B}{2}\right)^2 + h_u^2\right]} + \text{flotáž útku}, \quad (1.17)$$

$l_{u,o}$	[mm]	délka osnovní, útkové nitě,
A	[mm]	rozestup útkových nití,
B	[mm]	rozestup osnovních nití,
$h_{o,u}$	[mm]	výška vazné vlny osnovy, útku.

[14]

- vyjádření setkání osnovní a útkové nitě:

$$s_{o,u} = \frac{l_{o,u} - T_{o,u}}{T_{o,u}} \quad [-] \quad (1.18)$$

l_o [mm] délka osnovní nitě ve vazné vlně střídý vazby,

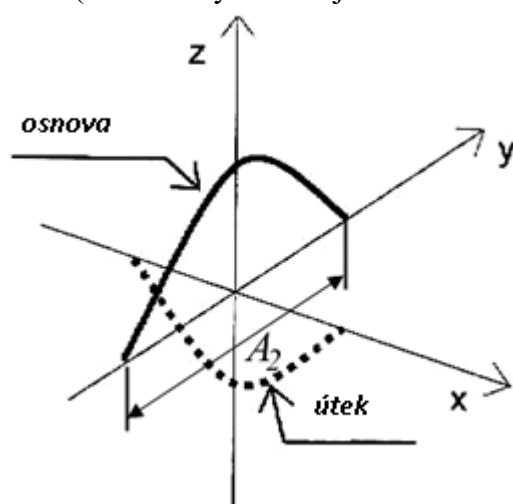
l_u [mm] délka útkové nitě ve vazné vlně střídý vazby,

$T_{o,u}$ [mm] délka osnovní, útkové nitě ve střídě vazby.

[14]

1.5.1.3 Hyperbolický model

„V modelu jde o popis vazné vlny rovnoosou hyperbolou definovanou na určitém intervalu (interval vychází z jednoho zakřivení osnovy s útkem v plátnové vazbě)“ [15]



Obr. 7 - Hyperbolické zobrazení plátnového provázání nití ve tkanině [14]

Stanovení setkání osnovní a útkové nitě na základě výše uvedeného modelu:

- vyjádření délky osnovní (1.19) a útkové (1.20) nitě ve střídě vazby:

$$l_o = 4 \int_0^{A/2} \sqrt{1 + \left\{ \frac{d}{dx} \left[\frac{4h_o^3}{A^2 - 8h_o^2} \left(\sqrt{\frac{1 + \left(\frac{x}{2h_o^2}\right)^2 - 1}} \right) \right] \right\}^2} dx + \text{flotáž osnovy}, \quad (1.19)$$

$$l_u = 4 \int_0^{B/2} \sqrt{1 + \left\{ \frac{d}{dx} \left[\frac{4h_u^3}{B^2 - 8h_u^2} \left(\sqrt{\frac{1 + \left(\frac{x}{2h_u^2}\right)^2 - 1}} \right) \right] \right\}^2} dx + \text{flotáž útku}. \quad (1.20)$$

$l_{o,u}$ [mm] délka osnovní, útkové nitě ve vazné vlně střídý vazby,

A [mm] rozestup útkových nití,
 B [mm] rozestup osnovních nití,
 $h_{o,u}$ [mm] výška vazné vlny osnovy, útku.

[14]

- vyjádření setkání osnovní a útkové nitě:

$$s_{o,u} = \frac{l_{o,u} - T_{o,u}}{T_{o,u}} \quad [-] \quad (1.21)$$

l_o [mm] délka osnovní nitě ve vazné vlně střidy vazby,
 l_u [mm] délka útkové nitě ve vazné vlně střidy vazby,
 $T_{o,u}$ [mm] délka osnovní, útkové nitě ve střídě vazby.

[14]

1.5.2 Experimentální stanovení setkání

Experimentálně můžeme stanovit setkání hned několika možnými způsoby. Vybrané způsoby jsou uvedeny níže:

- Měření setkání pomocí vyhodnocování tahových pracovních křivek původní a vypárané nitě
- Měření setkání pomocí zařízení na napínání a měření nitě (Norma ISO 7211-3)
- Měření setkání „palcovou“ metodou
- Měření setkání dle normy ASTM D 3883 - 99
- Proměření délky vazné vlny ve tkanině na základě obrazové analýzy

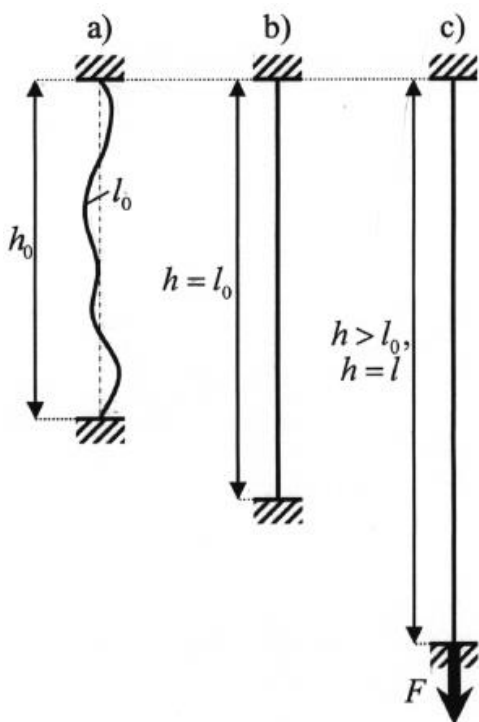
Těžištěm této práce bude zjištění setkání dvěma experimentálními metodami - vyhodnocováním tahových pracovních křivek původní a vypárané nitě z dynamometru Instron a tzv. metodou „palcovou“. Princip obou metod bude vysvětlen níže.

Pro ujasnění výsledků a zjištění vzájemné polohy nití bylo vytvořeno a zanalyzováno několik měkkých řezů vybraných tkanin.

1.5.2.1 Analýza pracovních tahových křivek z dynamometru [16]

V roce 2011 prof. Bohuslav Neckář z katedry textilních technologií fakulty textilní na Technické univerzitě v Liberci publikoval metodu, jak stanovit setkání nitě ve tkanině prostřednictvím pracovní tahové křivky původní (nezatkané) a vypárané příze z tkaniny a uvedl ji v interní zprávě KTT [16]. Tato metoda zatím není normována.

Metoda je založena na porovnávání pracovních tahových křivek nitě vypárané z tkaniny a nezatkané. Nit nezatkaná a nit vypáraná ze tkaniny se liší průběhy tahových křivek. Výchozí představou metody je nit v čelistech trhačky navlněná na obr. 9 označená jako hypotetická. Pokud je stanovena upínací délka pro obě nitě stejná, musí být nit vypáraná ze tkaniny v čelistech dynamometru zvlněná. Až do napnutí nitě bez nežádoucího prodloužení není potřeba žádná síla. Další oddalování čelistí už měřenou nit prodlužuje a napíná. K takovému prodloužení je potřeba působit silou, označenou F na obr. 8.



Obr. 8 - Napínání zvlněné nitě [16]

- a) Navlněná nit mezi čelistmi
- b) Právě vyrovnaná nit
- c) Napínaná (prodloužená) nit

Pro popis naznačeného procesu narovnávání a napínání nitě zavedeme následující veličiny:

Δh ...prodloužení v čelistech, platí:

$$\Delta h = h - h_0, \quad (1.22)$$

Δl ... prodloužení nitě, platí:

$$\Delta l = l - l_0, \quad (1.23)$$

ε_h ... poměrné prodloužení v čelistech (poměrné prodloužení výchozí upínací délky), platí:

$$\varepsilon_h = \frac{\Delta h}{h_0} = \frac{h-h_0}{h_0} = \frac{h}{h_0} - 1, \quad 1 + \varepsilon_h = \frac{h}{h_0} \quad (1.24)$$

ε_l ...poměrné prodloužení nitě, platí:

$$\varepsilon_l = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l-l_0}{l_0} = \frac{l}{l_0} - 1, \quad 1 + \varepsilon_l = \frac{l}{l_0} \quad (1.25)$$

Počáteční stav

Stav dle obr. 8a). V počátečním stavu platí:

$$h = h_0 \quad (1.26)$$

$$l = l_0, \quad (1.27)$$

$$F = 0, \quad (1.28)$$

$$\varepsilon_h = 0, \quad (1.29)$$

$$\varepsilon_l = 0. \quad (1.30)$$

Narovnání nitě

Přechod ze stavu na obr. 8a) do stavu na obr. 8b). V této oblasti platí:

$$h > h_0 \quad (1.31)$$

$$l = l_0, \quad (1.32)$$

$$F = 0, \quad (1.33)$$

$$\varepsilon_h > 0, \quad (1.34)$$

$$\varepsilon_l = 0. \quad (1.35)$$

Protože prodloužení v čelistech je v této oblasti $\Delta h \in (0, l_0 - h_0)$, platí podle (1.39):

$$\varepsilon_h \in \left(0, \frac{l_0}{h_0} - 1\right). \quad (1.36)$$

Napínání nitě

Stav dle obr. 8c). V této oblasti platí

$$h > h_0, \quad (1.37)$$

$$l > l_0, \quad (1.38)$$

$$F > 0, \quad (1.39)$$

$$\varepsilon_h > 0, \quad (1.40)$$

$$\varepsilon_l > 0. \quad (1.41)$$

Protože nyní $h = l > l_0$, platí podle (1.22) $\Delta h = l - h_0$ a podle (1.24):

$$\varepsilon_h = \frac{l}{h_0} - 1; \quad 1 + \varepsilon_h = \frac{l}{h_0}. \quad (1.42)$$

Protože okamžitá délka nitě $l > l_0$, je podle (1.25) také hodnota $\varepsilon_l > 0$. Z rovnic (1.25) a (1.42) nacházíme vzájemnou vazbu mezi ε_l a ε_h při napínání nitě dle obr. 8c)

$$\varepsilon_l = \frac{l}{l_0} - 1 = \frac{l}{h_0} \frac{h_0}{l_0} - 1 = (1 + \varepsilon_h) \frac{h_0}{l_0} - 1 \quad (1.43)$$

V okamžiku právě narovnané nitě dle obr. 8b) platí podle rovnice (1.36) $\varepsilon_h = \frac{l_0}{h_0} - 1$,

takže dle (1.43) $\varepsilon_l = \left(1 + \frac{l_0}{h_0} - 1\right) \frac{h_0}{l_0} - 1 = \frac{l_0}{h_0} \frac{h_0}{l_0} - 1 = 0$, což bylo očekáváno.

Síla působící v niti

Při napínání, stav dle obr. 8c). Pro poměrné prodloužení nitě ε_l podle (1.43) je třeba působit na nit silou F . Uvažujme, že tato síla 1) je nulová, je-li $\varepsilon_l = 0$, 2) je rostoucí s rostoucím poměrným prodloužením ε_l a to až do okamžiku přetrhu nitě. Platí tedy funkční přiřazení:

$$F = F(\varepsilon_l), \quad 0 = F(0). \quad (1.44)$$

Ve speciálním případě, kdybychom upnuli zcela vyrovnanou nit do čelistí trhačky, tj. kdyby platilo $h_0 = l_0$ (viz obr. 8a), platilo by z rovnice (1.43) $\varepsilon_l = (1 + \varepsilon_h) \frac{h_0}{h_0} - 1 = \varepsilon_h$. V tomto případě by tedy také platilo:

$$F = F(\varepsilon_h), \quad 0 = F(0) \quad (1.45)$$

Poslední funkce je znázorněna na obr. 9 křivkou s označením „nezatkaná“.

K uvažované funkci $F(\varepsilon_l)$ podle (1.44) existuje inverzní funkce, již označíme:

$$\varepsilon_l = \varphi(F), \quad 0 = \varphi(0). \quad (1.46)$$

Inverzní funkce vyjadřuje poměrné prodloužení nitě ε_l , je-li na ni působeno tahovou silou F (menší než je pevnost nitě). Ve speciálním případě, kdybychom upnuli zcela vyrovnanou nit do čelistí trhačky, tj. kdyby platilo $h_0 = l_0$ a $\varepsilon_l = \varepsilon_h$ by pro inverzní funkci k (1.45) platilo:

$$\varepsilon_h = \varphi(F), \quad 0 = \varphi(0). \quad (1.47)$$

Užijeme-li v rovnici (1.46) ε_l dle rovnice (1.43) nalezneme:

$$\begin{aligned} (1 + \varepsilon_h) \frac{h_0}{l_0} - 1 &= \varphi(F), \quad (1 + \varepsilon_h) = [\varphi(F) + 1] \frac{l_0}{h_0}, \\ \varepsilon_h &= [\varphi(F) + 1] \frac{l_0}{h_0} - 1 \end{aligned} \quad (1.48)$$

Označíme-li ještě:

$$\frac{l_0}{h_0} = \lambda, \quad (\lambda > 0), \quad (1.49)$$

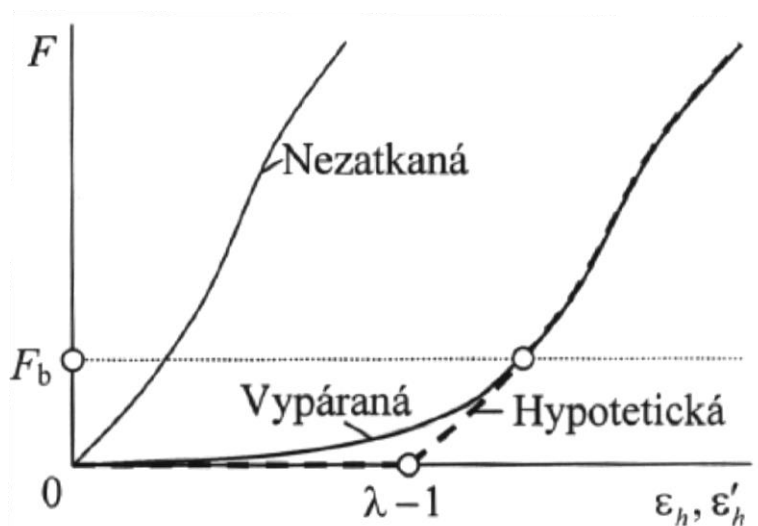
nalezneme rovnici

$$\varepsilon_h = [\varphi(F) + 1]\lambda - 1. \quad (1.50)$$

Poslední rovnice vyjadřuje funkční závislost mezi působící silou F a poměrným prodloužením v čelistech ε_h při napínání nitě dle obr. 8c), tj. pro případ, kdy podle (1.36)

$$\varepsilon_h > \frac{l_0}{h_0} - 1, \text{ čili užitím (1.49) } \varepsilon_h > (\lambda - 1).$$

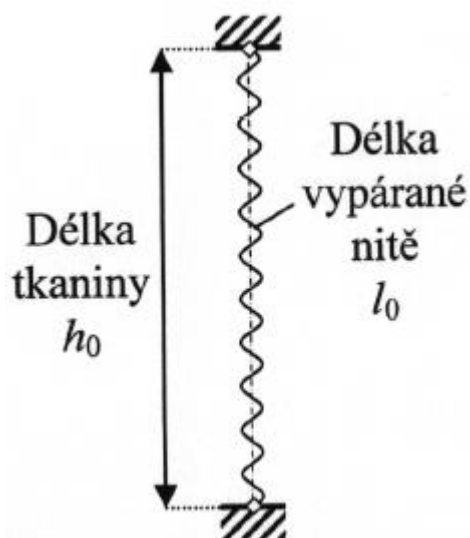
Speciálně pro případ, kdy síla $F = 0$ nalézáme z (1.46) a (1.49) $\varepsilon_h = [0+1]\lambda - 1 = \lambda - 1$. Pokud by bylo $\varepsilon_h < (\lambda - 1)$, pak pro všechna taková ε_h je odpovídající síla $F = 0$, jak vyplývá z rovnic popisujících počáteční stav a narovnávání nitě. Průběh závislosti (1.50), včetně části $\varepsilon_h < (\lambda - 1)$ a $F = 0$ znázorňuje silná čárkovaná čára na obr. 9 (označená jako „hypotetická“).



Obr. 9 - Síla v nitě závislá na poměrném prodloužení [16]

Vypáraná nit

Uvažujme, že jsme na tkanině (ve směru osnovy či útku) označili vzdálenost odpovídající zvolené upínací délce h_0 - např. černou čarou. Poté jsme z tkaniny vypárali nit, na níž zůstalo označení, a tuto nit jsme v místě značek upnuli do čelistí trhačky. Nicméně v důsledku přetrvávající deformace vypárané nitě zůstala nit mezi čelistmi zvlněná. Tak vzniklo uspořádání znázorněné na obr. 10.



Obr. 10 - Vypáraná nit ze tkaniny v čelistech dynamometru [16]

Výchozí situace je analogická stavu na obr. 8a), takže bychom mohli očekávat průběh takové pracovní křivky této nitě shodný s „hypotetickou“, silně čárkovanou křivkou na obr. 9. Nicméně tkaninou zvlněná nit obvykle vyžaduje jisté takové namáhání, aby se zafixované obloučky v nitě vyrovnaly. Proto křivka, kterou experimentálně nalezneme, bude mít průběh schematicky znázorněný na obr. 9 pod označením „vypá-

raná“. Označme tuto experimentálně stanovenou takovou pracovní křivku symbolem v rovnici:

$$F = F'(\varepsilon'_h), 0 = F'(0). \quad (1.51)$$

Inverzní funkci k experimentální funkci (1.51) označme:

$$\varepsilon'_h = \psi(F). \quad (1.52)$$

Poté, co malá síla odstraní obloučky na vypárané niti, měl by se (při vyšších silách F a při vhodné hodnotě λ) průběh ztotožnit s křivkou „hypotetická“, jak je znázorněno na obr. 9.

Hranice síly F_b . Jak je zřejmé ze schématu na obr. 9, uvažujme, že křivky se mohou ztotožnit pouze v oblasti sil $F > F_b$. Vhodnou hraniční hodnotu F_b je nutno určit na základě zkušenosti.

Vhodná hodnota λ . Předpokládejme, že hodnoty inverzní funkcí $\varphi(F)$ a $\psi(F)$ známe pro množinu silových hodnot $F_i, i = 1, 2, \dots, n$, kde každé $F_i > F_b$. Z rovnic (1.50) a (1.52) můžeme vyjádřit hodnoty:

$$\varepsilon_{h,i} = [\varphi(F_i) + 1]\lambda - 1, \quad \varepsilon'_{h,i} = \psi(F_i). \quad (1.53)$$

Pro určení „nejlepší“ hodnoty λ použijeme tradiční nástroj statistické regrese. Budeme požadovat, aby součet kvadrátů odchylek $\varepsilon_{h,i} - \varepsilon'_{h,i}$ byl minimální:

$$S = \sum_{i=1}^n (\varepsilon_{h,i} - \varepsilon'_{h,i})^2 = \min \quad (1.54)$$

Užitím (1.53) a (1.54) nalezneme:

$$\lambda^2 \sum_{i=1}^n [\varphi(F_i) + 1]^2 - 2\lambda \sum_{i=1}^n \{[\varphi(F_i) + 1][\psi(F_i) + 1]\} + \sum_{i=1}^n [\psi(F_i) + 1]^2 \quad (1.55)$$

Pro minimum součtu S musí být splněna podmínka $dS/d\lambda = 0$. Derivováním předchozí rovnice tak nalezneme vztahy:

$$\frac{dS}{d\lambda} = 2\lambda \sum_{i=1}^n [\varphi(F_i) + 1]^2 - 2 \sum_{i=1}^n [\varphi(F_i) + 1][\psi(F_i) + 1] = 0, \quad (1.56)$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n \{[\varphi(F_i)+1][\psi(F_i)+1]\}}{\sum_{i=1}^n [\varphi(F_i)+1]^2}, \quad (1.57)$$

kde $\varphi(F_i)$ značí inverzní funkci prodloužení nezatkané příze a $\psi(F_i)$ značí inverzní funkci prodloužení vypárané příze z tkaniny.

Druhý výraz určuje vhodnou hodnotu λ .

Setkání

Určením hodnoty λ jsme našli podle rovnice (1.49) poměr l_0/h_0 , kde h_0 je délkou tkaniny a l_0 je odpovídající délka nitě ve tkanině – viz obr. 10. Setkání s je definováno tvarem:

$$s = \frac{l_0 - h_0}{h_0} = \frac{l_0}{h_0} - 1 = \lambda - 1 \quad (1.58)$$

Přístroje a pomůcky

a) Dynamometr + příslušenství

Přístroj je určen k zjišťování mechanických vlastností délkových a plošných textilií. Lze realizovat jednoosé namáhání tlakem, tahem a ohybem.



Obr. 11 - Univerzální trhačí přístroj Instron 4411

- b) Nůžky
- c) Oddělovací jehla
- d) Pravítko
- e) PC s jazykem MATLAB a softwarem MS EXCEL

1.5.2.2 Stanovení setkání pomocí normy ISO 7211-3 (80 0803)

Podstata zkoušky

Na tkanině se vyznačí pět pravoúhlých pásků, dva s dlouhou stranou paralelní s osnovními nitěmi a tři s dlouhou stranou paralelní s útkovými nitěmi.

Každý pásek musí mít minimálně deset nití na šířku a musí být nejméně dvacetkrát delší, než části zkušebních vzorků, jež budou upnuty do upínek přístroje.

Každý pravoúhlý pásek se vystřihne podél dvou krátkých a jedné dlouhé strany tak, aby se ve tkanině vytvořilo pět chlopní. Potom se změří vzdálenost mezi dvěma krátkými stranami každé chlopně v milimetrech.

Z pásku tkaniny známé délky se vypárou nitě, vyrovnají se působením zvoleného napětí (viz tab. 1), které je závislé na povaze a jemnosti nitě a změří se v narovnaném stavu. Rozdíl mezi délkou narovnané nitě a vzdáleností mezi konci nitě zatkané ve tkanině se vyjádří v procentech z této vzdálenosti. Měření délky vyrovnávací nitě se opakuje pro deset nití a to pro každou z pěti pravoúhlých chlopní [17].

Přístroje a pomůcky

- a) **Zařízení na napínání a měření nitě** - horizontální nebo vertikální
- b) **Pravítko** - s dělením ve stejných jednotkách jako má zařízení na vyrovnávání nitě
- c) **Oddělovací jehla**
- d) **Nůžky**

[17]

Vyrovňovací napětí

Pokud se nedohodne jinak, používá se na vyrovnání nití po jejich vyparání z tkaniny napětí uvedené v tab. 1.

Nitě	Jemnost [tex]	Vyrovňovací napětí [cN]
Bavlněné	7 tex a jemnější hrubší než 7 tex	(0,75krát hodnota tex) (0,2krát hodnota tex) + 4
Z vlněných mykaných a česaných vláken	od 15 tex do 60 tex od 61 tex do 300 tex	(0,2krát hodnota tex) + 4 (0,07krát hodnota tex) + 12
Z nekonečných chemických vláken netvarovaných	vše	(0,5krát hodnota tex)

Tab. 1 - Vyrovňovací napětí [17]

Tato metoda bude např. oproti „palcové“ metodě přesnější z důvodu vyrovnávání měřených nití stále stejným napětím. Naopak nebude použitelná vždy, protože potřebujeme speciální přístroj právě pro napínání a měření nití. Náročnost na vybavení je tedy větší.

1.5.2.3 Měření napnutých nití vypáraných z tkaniny „palcovou“ metodou

Podstata zkoušky spočívá ve vyparání nitě známé délky z tkaniny, ze které je vytvořen vzorek dané velikosti (nejčastěji se používá vzorek o velikosti 100 x 100 mm vystřižený přesně po niti). Dále dojde k vyrovnání působením napětí (dokud nezmizí zvlnění) pomocí palců ruky (odtud plyne název „palcová metoda“) a změření délky takto připravené nitě. Tento postup opakujeme 10krát pro osnovu a 10krát pro útek. Měříme pomocí pravítka. Rozdíl mezi délkou narovnané nitě a vzdáleností mezi konci nitě zatkané v tkanině se vyjádří dle vztahů (1.1) a (1.2) v procentech z této vzdálenosti a určuje se zvlášť pro osnovní a útkovou soustavu [8]. Z výsledných hodnot setkání osnovy i útku vypočítáme průměrnou hodnotu.

Přístroje a pomůcky

- a) Pravítko
- b) Oddělovací jehla
- c) Nůžky

Tato metoda je nejjednodušší a můžeme ji použít prakticky kdekoliv. Náročnost na vybavení je nízká, ale výsledky se mohou značně lišit od skutečnosti vzhledem k možným subjektivním chybám při měření.

1.5.2.4 Měření setkání dle normy ASTM D 3883 - 99 [5]

Zkouška spočívá v umístění značek (bodů) na přízi ve tkanině, následnému změření vzdálenosti mezi těmito body. Poté je nit vytáhnutá ze tkaniny, narovnána působením vhodného napětí a je měřena vzdálenost mezi stejnými body po vyjmutí z tkaniny. Měří se deset přízí v každém směru.

Setkání je rozdíl v naměřené vzdálenosti mezi značkami umístěnými na přízi ve tkanině a těmito stejnými značkami na přízi po vytažení z tkaniny a odstranění zvlnění působením napětí. Rozdíl je vyjádřený v procentech z původní délky příze ve tkanině.

Stejně jako při dalších experimentálních metodách (kromě trhání příze na dynamometru Instron), je zapotřebí, aby nedocházelo k nežádoucímu protažení příze po vyrovnání všech obloučků způsobených procesem tkaní. Proto je nutné zvolit vhodné napětí při napínání nitě.

Zařízení pro označování se užívá takové, které umísťuje dvě značkovací čáry (kolmo k testované přízi) vzdálené 250 mm od sebe. Toto zařízení zároveň natahuje přízi ve tkanině a zaznamenává rozdíl vzdáleností mezi značkami. Jestliže je použito toto zařízení pro přímé čtení vzdálenosti ve tkanině, je zapotřebí zjistit doporučení výrobce pro stanovení délky vzorku.

Na nit se aplikuje dostatečné tahové napětí pro vyrovnání zvlnění jednou z následujících variant:

- a) Ručně - narovnávat příze ručně a měříme vzdálenost mezi značkami na měřítku s přesností na 1 mm. Toto je nejméně přesná metoda, protože neznáme přesné napětí pro odstranění zvlnění.
- b) Napínací jednotkou nebo přístrojem pro měření setkání - aplikujeme tahové napětí na základě známé jemnosti příze. Pokud se tímto napětím neodstraní všechny obloučky na přízi, musíme napětí zvyšovat, dokud příze nebude absolutně vyrovnaná. Používáme stanovené napětí pro celou sadu přízí nebo úměrné napětí pro ostatní příze $0,25 \text{ N/I tex}$.
- c) Trhací přístroj - užitím konstantní rychlosti prodloužení, díky čemuž můžeme analýzou tahové křivky následně určit správné napětí pro odstranění zvlnění.

[5]

Pokud používáme sofistikované zařízení pro přímé měření setkání, kde odečítáme hodnoty přímo ze stupnice přístroje, je metoda velmi rychlá a přesná. Zároveň je zde však vysoká náročnost na potřebná vybavení. Oproti „palcové“ metodě je setkání měřeno na 2,5krát větší délce a všechny příze jsou měřeny pod stejným napětím, což zvyšuje přesnost této metody.

1.5.2.5 Proměření délky vazné vlny ve tkanině na základě obrazové analýzy

[18]

Řezem textilie nazýváme protnutí textilie rovinou svírající daný úhel (úhly) s určenou osou (osami). Jedna z os textilie je obvykle totožná se směrem průchodu strojem. Průřez (příčný řez) textilie je řez vedený kolmo ke směru průchodu textilie strojem a podélný řez je rovnoběžný s tímto směrem. U plošných textilií se používají řezy zejména ve dvou na sebe kolmých směrech, tj. v příčném a podélném směru; u tkanin ve směru osnovy a útku.

Podstatou zkoušky je vytvoření příčných a podélných řezů tkanin. Textilie se zalévá do media, po jehož ztuhnutí vzniká bloček, z kterého se speciální technikou oddělují mikrometrické řezy. Z řezů je pomocí softwaru vypočítán parametr určující délku osy vazné vlny příze. Dále je zjištěna šířka obrázku pomocí koncových bodů osy vazné vlny. Z těchto hodnot je možné vypočítat setkání dané soustavy ve tkanině.

Přístroje a pomůcky

a) Mikrotom

Přístroj pro vytvoření velmi tenkých řezů pro mikroskopování (např. posuvný, rotační, ruční nebo automatický) a nože (dle druhu mikrotomu např. ocelový nůž 16 cm/c-profil - pro měkké řezy).

b) Mraznička

Mraznička je běžného provedení, sloužící pro chlazení textilií v bločcích ze směsi včelího vosku a parafinu pro měkké řezy. Dále slouží pro uchování ocelových nožů.

c) Obrazová analýza

Programový systém vyvinutý pro pořizování a ukládání obrazů, interaktivní měření geometrických vlastností vláken, přízí a plošných textilií nebo jiných netextilních materiálů. Systém umožňuje archivování rozsáhlých obrazových sekvencí a jejich zpracování.

Části systému:

- PC se softwarem NIS-Elements AR
- kamera
- mikroskop

Materiál

Pro měkké řezy: plechové vaničky, disperzní lepidlo, včelí vosk, parafin, xylen, laboratorní skleněné destičky, lepicí páska, pinzeta

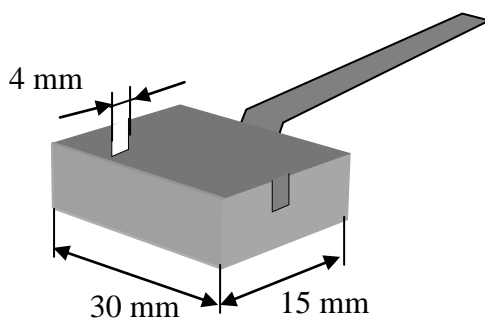
Doporučený postup tvorby měkkých řezů

a) Navázání pomocné nitě na okraj plošné textilie pro lepší manipulaci. Dále je potřeba fixovat polohu nití ve tkanině, aby nedošlo ke zkreslení výsledků zkoušky, proto se provádí impregnace.

Doporučený postup impregnace:

První impregnace směsí disperzního lepidla a rychlosmáčecího přípravku v poměru 1:1 a sušení. Druhá impregnace disperzním lepidlem a sušení. Jako disperzní lepidlo je možno použít např. univerzální disperzní lepidlo Gama Fix Henkel. Rychlosmáčecí přípravek, např. Spolion 8, lze užít v koncentraci 5 g/l. Sušení probíhá za normálního ovzduší po dobu 3-24 hodin. Vrstva impregnace fixuje polohu přízí, ale také významně ovlivňuje kvalitu rozlišení obrazu řezů pod mikroskopem.

b) Upevnění vzorků např. do plechové vaničky (obr. 12) - oblepení stěn vaničky lepicí páskou zabraňuje úniku směsi vosku. Pro plošné textilie se používá šířka zářezu do stěny vaničky *cca 4 mm*.



Obr. 12 - Vanička pro zalití vzorku směsí včelího vosku a parafinu [18]

- c) Zalití vzorku ve vaničce rozehrátou směsí včelího vosku a parafinu v poměru 2:3. Pro kvalitu preparátu je důležité umístění textilie do osy bločku.
- d) Po vychladnutí vosku ve vaničkách následuje chlazení v mrazničce při teplotě cca – 18°C po dobu minimálně 24 hodin.
- e) Vyjmutí bločků z vaniček a seříznutí žiletkou do tvaru pyramidy (čtyřboký jehlan), po odříznutí vrcholu vzniká pravidelná ploška s textilií ve středu plochy.
- f) Upevnění bločku do mikrotomu. Upevnění nože do mikrotomu a seřízení jeho polohy vzhledem k preparátu. Nastavení tloušťky řezu *u plošných textilií 25 – 50 μm*.
- g) Vlastní řezání vyžaduje souhru optimálního zmrazení bločku, ostrý nůž, pravidelný tvar pyramidy, vhodnou polohu nože vůči preparátu a optimální tloušťku řezu. Jednotlivé řezy tvoří pásek, který se snímá jehličkou na podložní sklíčko. Po zhotovení několika řezů je nutno posunout ostří nože, ostří se rychle otupuje.
- h) Pro další zpracování se vzorek zakápne xylenem (xylen rozpustí vosk) a pod mikroskopem se vybírají řezy.

[18]

Dle interní normy TUL č. 23-108-01/01 pro zpracování příčných řezů je možné využít připraveného makra v systému obrazové analýzy NIS-Elements AR 2.3, které na základě definovaných operací zrychlí a usnadní zpracování nasnímaného obrazu příčného řezu tkaninou.

Tato metoda stanovení setkání je velmi pracná a náročná na potřebné vybavení a čas. Ke zhotovení měkkých řezů jsou zapotřebí velmi drahé speciální přístroje a k analyzování obrazů je nutný sofistikovaný software. Zjištěné setkání při kvalitním zpracování je poměrně přesné.

2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

V této práci je měřeno setkání dvěma dostupnými metodami na dvaceti experimentálních tkaninách. Použité tkaniny byly rozděleny do třech sad popsaných níže.

První a hlavní metodou je vyhodnocováno setkání prostřednictvím analýzy tahových křivek původní a vypárané nitě z dynamometru Instron. Druhou metodou pro zjišťování setkání je proměřování délek vypáraných nití z tkaniny pomocí „palcové“ metody. Výsledky setkání zjištěného oběma metodami jsou mezi sebou porovnány v kap. 3.1.

Hodnocen bude vliv konstrukce tkaniny - především vliv vazby, ale také dostavy osnovy a útku na setkání. Pro ujasnění výsledků je vytvořeno několik měkkých řezů a z nich orientačně vypočtena míra zvlnění jednotlivých nití ve tkanině λ_o a λ_u pomocí softwaru obrazové analýzy.

Abychom mohli *vyločit vliv jemnosti* na setkání (zjišťovat vliv jemnosti na setkání není cílem naší práce), byly k experimentu vybrány tkaniny vyrobené z přízí o shodné jemnosti 16,5 tex.

Všechny tkaniny byly utkány na stejném stroji se stejným nastavením, můžeme tedy vyloučit také *vliv nastavení stroje*.

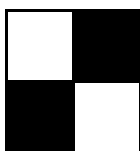
První dvě sady tkanin jsou shodných vazeb, pouze se změní dostava osnovy a útku. V každé z těchto dvou sad tkanin je obsaženo sedm tkanin s různými keprovými nebo atlasovými vazbami, dostava osnovy i útku a jemnost zůstávají stejné a proto můžeme posoudit *vliv vazby na setkání*. Třetí sada obsahuje šest tkanin pouze plátnových vazeb, u nichž se různě mění dostava osnovy i útku. Mezi tkaninami v této sadě můžeme tedy posoudit *vliv dostav*. K první a druhé sadě keprových a atlasových vazeb můžeme přiřadit plátnovou vazbu se stejnými dostavami ze třetí sady tkanin. Mezi tkaninami shodných vazeb z první a druhé sady (pouze s jinou dostavou osnovy a útku) můžeme posoudit *vliv dostavy*.

Pro přehlednost je soubor experimentálních tkanin zobrazen v tab. 2.

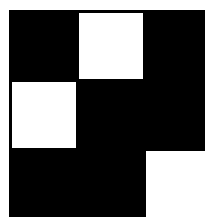
Číslo tkaniny	Vazba	Označení	Jemnost příze o/ú [tex]	Dostava o/ú [cm ⁻¹]
1	Kepr	K 1/5 Z	16,5/16,5	27,8/27,8
2	Kepr	K 2/1 Z	16,5/16,5	27,8/27,8
3	Kepr	K 2/1_1/2 Z	16,5/16,5	27,8/27,8
4	Kepr	K 2/4 Z	16,5/16,5	27,8/27,8
5	Atlas	A 1/5	16,5/16,5	27,8/27,8
6	Atlas	A 2/4	16,5/16,5	27,8/27,8
7	Atlas	A 3/3	16,5/16,5	27,8/27,8
8	Kepr	K 1/5 Z	16,5/16,5	31,8/31,8
9	Kepr	K 2/1 Z	16,5/16,5	31,8/31,8
10	Kepr	K 2/1_1/2 Z	16,5/16,5	31,8/31,8
11	Kepr	K 2/4 Z	16,5/16,5	31,8/31,8
12	Atlas	A 1/5	16,5/16,5	31,8/31,8
13	Atlas	A 2/4	16,5/16,5	31,8/31,8
14	Atlas	A 3/3	16,5/16,5	31,8/31,8
15	Plátno	P	16,5/16,5	24/24
16	Plátno	P	16,5/16,5	27,4/24
17	Plátno	P	16,5/16,5	27,8/27,8
18	Plátno	P	16,5/16,5	31,8/24
19	Plátno	P	16,5/16,5	31,8/27,8
20	Plátno	P	16,5/16,5	31,8/31,8

Tab. 2 - Soubor experimentálních tkanin

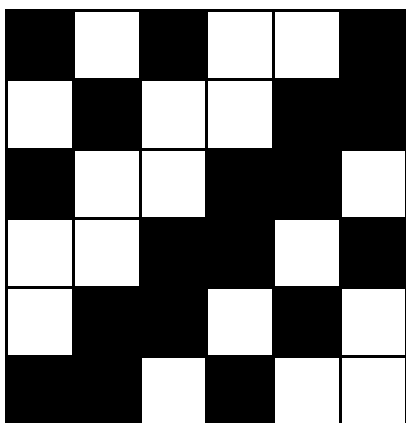
Níže jsou pro ilustraci zobrazeny střídý všech vazeb tkanin použitých v experimentu (obr. 13 - 20). Černě je označen osnovní vazný bod a bíle útkový vazný bod.



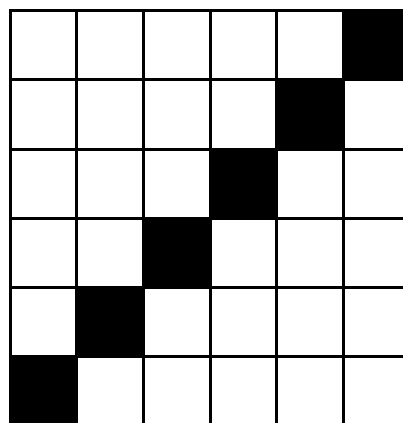
Obr. 13 - Střída plátnové vazby



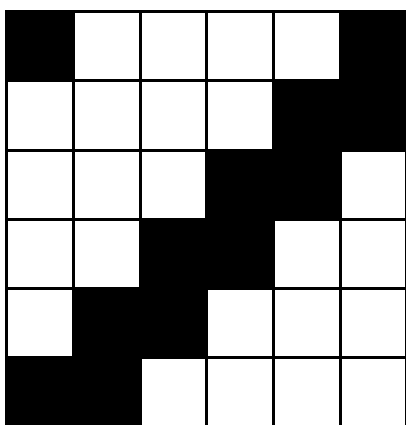
Obr. 14 - Střída vazby K 2/1 Z



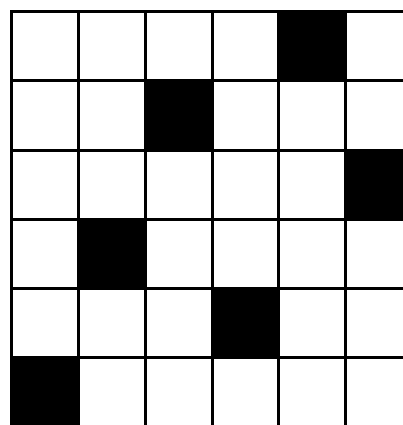
Obr. 15 - Střída vazby K $2/1_{1/2}$ Z



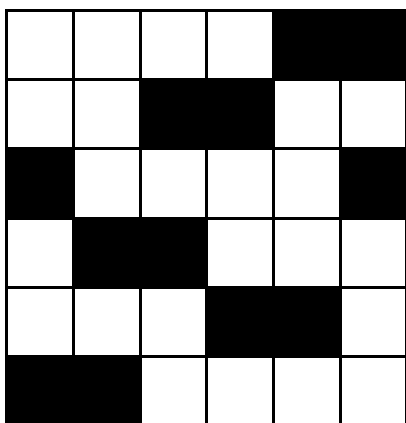
Obr. 16 - Střída vazby K $1/5$ Z



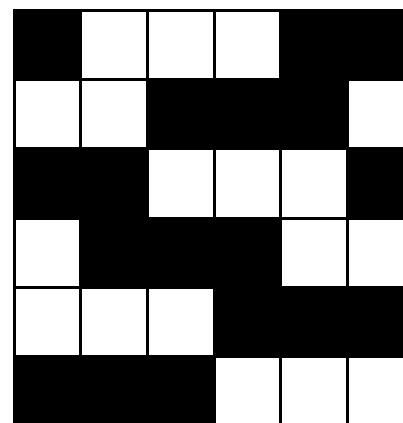
Obr. 17 - Střída vazby K $2/4$ Z



Obr. 18 - Střída vazby A $1/5$



Obr. 19 - Střída vazby A $2/4$



Obr. 20 - Střída vazby A $3/3$

Vazbu budeme vyjadřovat číselně - opravným činitelem provázanosti f^m , jenž nejlépe vystihuje provázání dané vazby ve tkanině. Opravný činitel f^m v tab. 3 je nepřímo úměrný k setkání, tzn., že čím vyšší bude f^m , tím nižší by mělo být setkání a naopak. Dá se tedy tvrdit, že čím nižší je f^m , tím více je tkanina provázaná, přičemž nejnižší hodnoty 1,0 dosahuje plátnová vazba.

Vazba	K [-]	f [-]	m [-]	f^m [-]
P	1	1,0	0,45	1,00
K 2/1 Z	2/3	1,5	0,39	1,17
K 2/1_1/2 Z	2/3	1,5	0,39	1,17
A 3/3	5/9	2,14	0,42	1,38
A 2/4	1/2	2,25	0,42	1,41
K 1/5 Z	1/3	3,0	0,39	1,53
K 2/4 Z	1/3	3,0	0,39	1,53
A 1/5	1/3	3,0	0,42	1,59

Tab. 3 - Číselné charakteristiky vazeb

Výše jsou v tab. 3 uvedeny číselné charakteristiky vazeb - koeficient provázanosti K , stupeň provázání f , vazební exponent m , seřazené vzestupně dle opravného činitele provázanosti f^m . Všechny tyto veličiny jsou bezrozměrné.

V kap. 1.3 byly uvedeny některé očekávané výsledky. Níže si zrekapitulujme, co předpokládáme.

Dle teoretických předpokladů by měla volněji provázaná tkanina (s nejvyšším opravným činitelem provázanosti) způsobit nižší setkání a více provázaná tkanina by měla mít vyšší setkání. U flotážních vazeb očekáváme oproti plátnu nižší setkání. Dále můžeme předpokládat, že hustší druhá soustava nití způsobí větší setkání první soustavy nití (např. zvýšíme-li dostavu osnovy, zvýší se setkání útku). Naopak se snižující se dostavou první soustavy by se mělo setkání druhé soustavy nití snižovat. Z důvodu vyšší tahové síly v osnově při procesu tkaní by měly mít osnovní nitě nižší setkání než útkové nitě, které provazují volně. Vůbec nejvyšší setkání z našeho souboru tkanin by tedy teoreticky měly vykazovat útkové nitě plátnové vazby s vysokými dostavami $D_o/D_u = 31,8/31,8$ [1/cm], naopak nejnižší setkání předpokládáme u osnovních nití šestivazné atlasové vazby A 1/5 s nízkými dostavami $D_o/D_u = 27,8/27,8$ [1/cm].

Naším cílem je všechna tato očekávání prověřit a diskutovat výsledky a případné odchylky od předpokladů. V této kapitole je pouze stručné hodnocení výsledků. Na podrobnější hodnocení a porovnání metod se zaměříme v kap. 3.

2.1 Měření setkání pomocí dynamometru

Jak již bylo zmíněno, hlavní částí experimentu je zjištění setkání pomocí analýzy tahových pracovních křivek z dynamometru Instron 4411. Konkrétně se analyzovala tahová pracovní křivka původní nitě jemnosti *16,5 tex* odvinuté z cívky (tzn. stejné nitě, ze které byla vyrobena tkanina, ale ještě neprošlé tkacím procesem - nezatkané) - u té stačí dle normy 50 měření. Dále byly analyzovány příze vypárané z tkaniny. Vše dle příslušné normy ČSN 80 0700 Zjišťování pevnosti v tahu a tažnosti jednotlivých nití.

Osnovní a útkové příze všech dvaceti tkanin byly podrobeny tahové zkoušce. Z každé z režných tkanin byla vždy dle normy vypárána příze se značkami vzdálenými přesně *500 mm* od sebe. Tato příze se upnula do čelistí dynamometru vzdálených rovněž *500 mm* od sebe. Vlivem předchozího provázání ve tkanině zůstala nit mezi čelistmi trhačky více či méně zvlhčená. Dále se dal pokyn počítači trhačího přístroje k oddalování čelistí od sebe konstantní rychlostí *150 mm/min*. Čelisti se oddalovaly, dokud příze nebyla přetržena. Pracovní tahová křivka se zaznamenávala počítačem. Takto se postupovalo pro 25 osnovních a 25 útkových přízí každé tkaniny. Data byly testovány na normalitu a homogenitu.

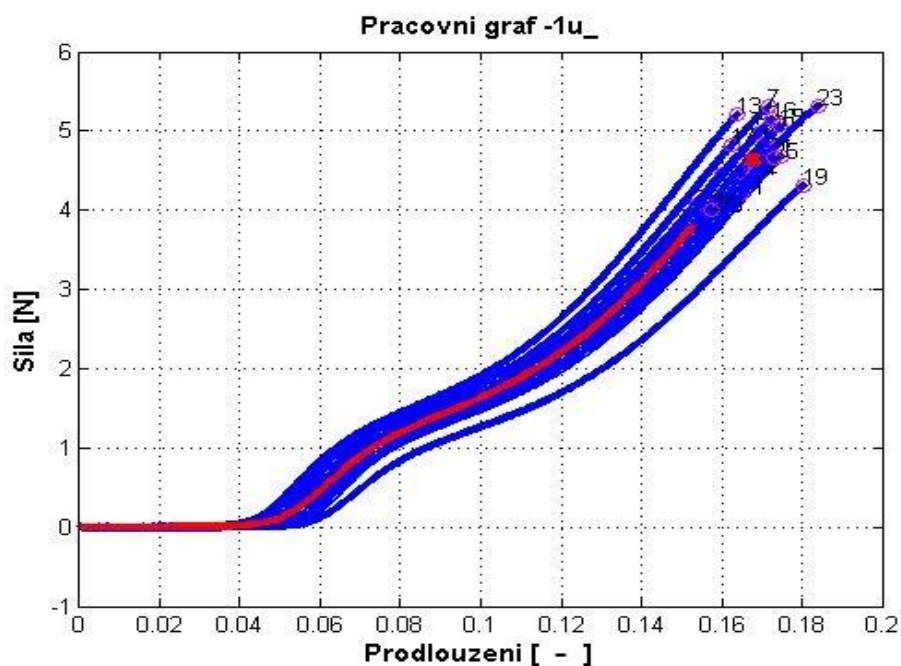
Následně byla pro všech 25 měření v programu MATLAB spočítána a vykreslena průměrná tahová křivka pomocí připraveného skriptu *TahoveKrivky2.m* a *ZavislostProtazeniNaSile_Tex_new.m*, jež slouží pro interpolaci a inverzi průměrných tahových křivek. Tyto tahové pracovní křivky mohou být vyhodnoceny např. v programu MS EXCEL, kde byly křivky oříznuty v intervalu $(0,05; 0,211)$ *N/tex*. Volba horní a dolní meze intervalu je dána rozsahem rozsahem tahové pracovní křivky osnovních a útkových přízí vypáraných ze tkaniny a přízí volných – interval musí být vyhovující pro všechny příze. Horní hranice intervalu je tedy dána přízí s nejnižší hodnotou poměrné pevnosti z experimentálního souboru přízí. Dolní hranice je zvolena tak, aby průběhy pracovních křivek byly po překročení této hranice prakticky totožné. Ke správné volbě intervalu je nutné mít patřičné zkušenosti.

Následně byla v MS EXCEL vypočítána vhodná hodnota parametru λ pomocí vztahu (1.57) a setkání dle vztahu (1.58) Tato metoda zjišťování setkání zatím není normována.

I když zde může docházet např. k chybě lidského faktoru (např. nemůžeme naprosto přesně nakreslit značky na tkaninu a dokonale přesně upnout přízi do čelistí), tak je tato technika měření sama o sobě zatížena menší nepřesností než další dostupné metody. Teoreticky by však nemělo docházet k vysokým odchylkám, neboť přístroj měří vždy za stejných podmínek. Předpokládejme, že zjištěná setkání pomocí této metody by se měla blížit skutečnosti. V tab. 4 jsou uvedena vypočtená setkání touto metodou.

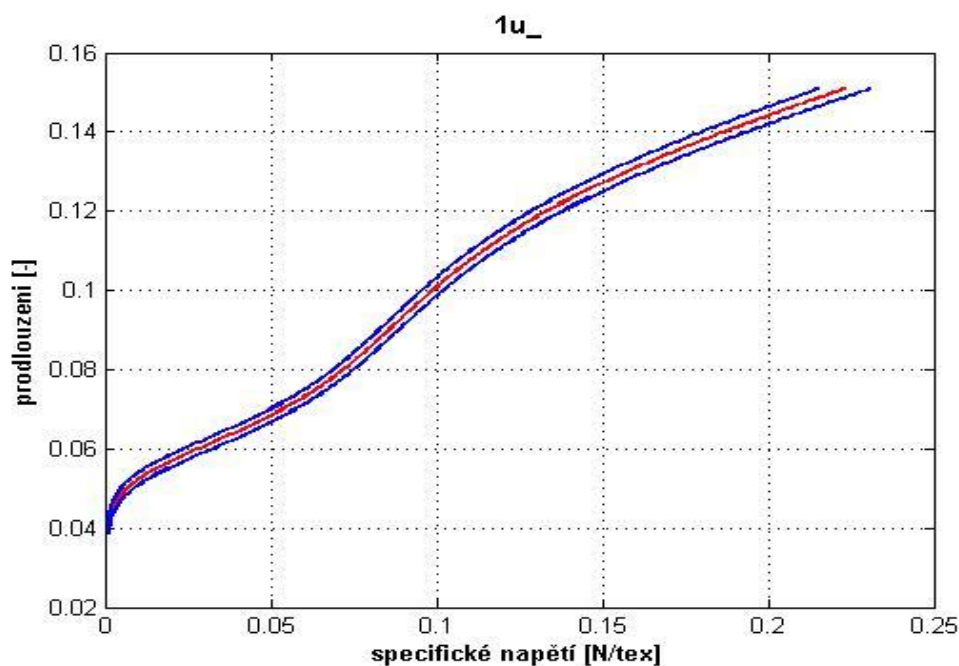
Níže jsou vyobrazeny ukázkové grafy pro vybranou tkaninu č. 1 – K 1/5 – útkové nitě.

Na grafu č. 1 jsou modrou barvou programem MATLAB vykresleny tahové křivky všech jednotlivých trhů, červeně je vykreslena průměrná tahová pracovní křivka ze všech trhů útkových nití tkaniny č. 1.



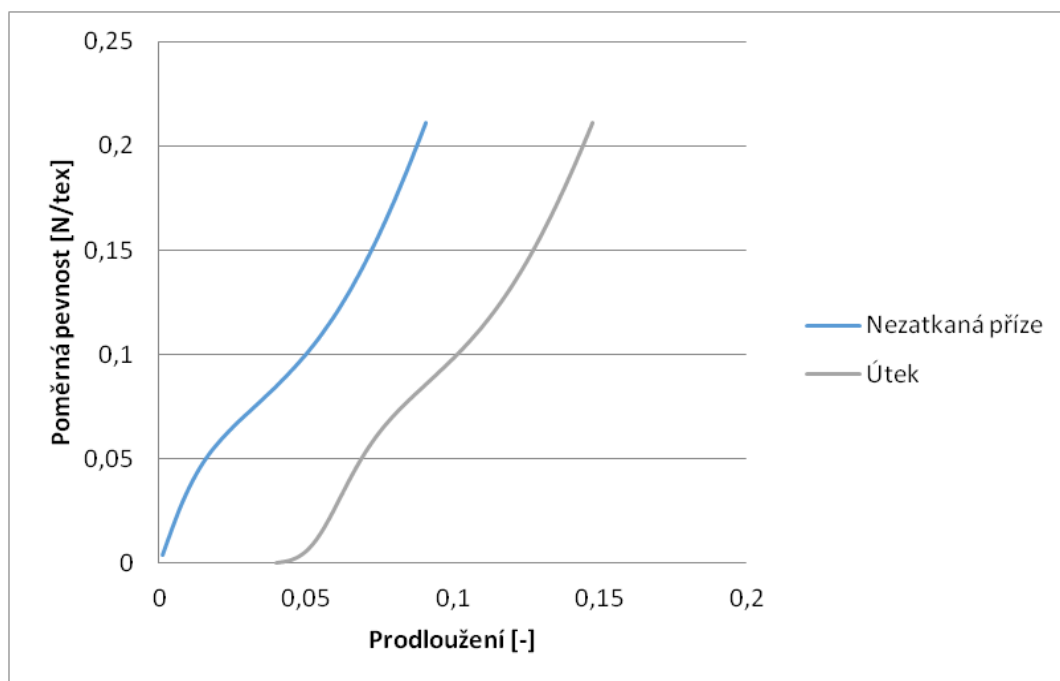
Graf 1 - Tahový diagram pro útkové nitě tkaniny č. 1

Na grafu č. 2 je červeně vyobrazena oříznutá inverzní průměrná tahová křivka a modře interval spolehlivosti této křivky.



Graf 2 - Inverzní průměrná pracovní tahová křivka útku tkaniny č. 1

Na grafu jsou vykresleny oříznuté průměrné pracovní tahové křivky. Modrou barvou nezatkaná příze a šedou barvou příze vypáraná z tkaniny.



Graf 3 - Porovnání nezatkané příze a útkové příze pro tkaninu č. 1

Č. tkaniny	Vazba	Setkání osnovy [%]	Setkání útku [%]	Dostava o/ú [nití/cm]
1	K 1/5 Z	1,7	5,1	27,8/27,8
2	K 2/1 Z	3,0	5,9	27,8/27,8
3	K 2/1_1/2 Z	3,0	5,8	27,8/27,8
4	K 2/4 Z	1,0	4,5	27,8/27,8
5	A 1/5	0,6	4,3	27,8/27,8
6	A 2/4	0,5	6,6	27,8/27,8
7	A 3/3	0,2	7,0	27,8/27,8
8	K 1/5 Z	3,4	5,7	31,8/31,8
9	K 2/1 Z	3,7	7,3	31,8/31,8
10	K 2/1_1/2 Z	5,4	6,8	31,8/31,8
11	K 2/4 Z	2,6	6,2	31,8/31,8
12	A 1/5	1,4	5,6	31,8/31,8
13	A 2/4	1,1	7,2	31,8/31,8
14	A 3/3	1,0	7,9	31,8/31,8
15	P	3,3	7,0	24/24
16	P	5,2	5,0	27,4/24
17	P	4,3	7,0	27,8/27,8
18	P	6,3	6,6	31,8/24
19	P	6,6	7,9	31,8/27,8
20	P	8,7	8,1	31,8/31,8

Tab. 4 - Výsledná setkání zjištěná pomocí dynamometru

V tab. 4 jsou zobrazena výsledná setkání zjištěná pomocí dynamometru. Z hodnot lze odečíst, že tkaniny s plátnovými vazbami a vysokými dostavami mají dle předpokladů nejvyšší setkání a méně provázané tkaniny s nižšími dostavami vykazují nižší setkání. Dále můžeme z tabulky vyčíst, že setkání útku je systematicky vyšší než setkání osnovy. Pro lepší orientaci v datech jsou hodnoty vyobrazeny v grafech v kap. 3.

2.2 Měření setkání „palcovou“ metodou

Druhou metodou ke stanovení setkání je metoda párání a proměřování délky jednotlivých nití, tzv. „palcová“ metoda.

Na experimentální tkanině bylo vybráno vhodné místo pro vystřížení vzorku. Následně byl na tomto místě vyznačen směr osnovy a číslo tkaniny. Z každé ze z experimentálních tkanin byl dle normy vystřížen vzorek přesně po niti velký 100 x 100 mm. Poté byla pomocí laboratorní jehličky vypárána jedna nit ze vzorku, jež byla následně přiměřeně napnuta mezi palci ruky na pravítku vhodného dělení. Z pravítka byla hodnota odečtena s přesností na 0,5 mm a zapsána do počítače. Pro každou soustavu nití bylo provedeno deset měření, z nichž byla následně vypočítána průměrná hodnota a dosazena do vztahu (1.1) nebo (1.2) za $L_{o,u}$. Rozdíl mezi vypáranou osnovou/útkovou nití a délkou/šířkou vzorku tkaniny je vyjádřen v procentech.

Při měření setkání „palcovou“ metodou dochází k různé velikosti napětí v niti při každém měření (nejsou dodrženy konstantní podmínky při všech měřeních). Dále nejsme schopni odečíst naprosto přesně (a se stejnou chybou) hodnotu z pravítka a tím se stává tato metoda víceméně orientační – bude docházet k velkým subjektivním chybám. Pokud bychom chtěli měřit přesněji, museli bychom dodržet při každém měření stejné napětí např. pomocí zavěšování závaží a naprosto přesně odečítat hodnoty délek pomocí kalibrovaného měřítka.

V tab. 5 jsou uvedena vypočtená setkání pomocí „palcové“ metody a k nim 95 % interval spolehlivosti střední hodnoty.

Č. tkaniny	Vazba	Setkání osnovy s_o [%]	95 % IS s_o	Setkání útku s_u [%]	95 % IS s_u	Dostava o/u [1/cm]
1	K 1/5 Z	4,4	0,72	5,5	0,56	27,8/27,8
2	K 2/1 Z	5,4	0,40	7,6	0,77	27,8/27,8
3	K 2/1_1/2 Z	5,6	0,40	6,6	0,41	27,8/27,8
4	K 2/4 Z	4,2	0,53	6,3	0,53	27,8/27,8
5	A 1/5	2,7	0,61	5,2	0,47	27,8/27,8
6	A 2/4	2,2	0,67	7,4	0,39	27,8/27,8
7	A 3/3	2,3	0,58	7,0	0,12	27,8/27,8
8	K 1/5 Z	4,7	0,47	5,3	0,37	31,8/31,8
9	K 2/1 Z	5,3	0,36	6,9	0,46	31,8/31,8
10	K 2/1_1/2 Z	5,7	0,33	7,1	0,12	31,8/31,8
11	K 2/4 Z	4,7	0,40	5,6	0,32	31,8/31,8
12	A 1/5	3,6	0,49	5,3	0,31	31,8/31,8
13	A 2/4	3,3	0,47	8,6	0,26	31,8/31,8
14	A 3/3	3,0	0,18	9,2	0,16	31,8/31,8
15	P	5,9	0,17	7,8	0,24	24/24
16	P	7,2	0,29	6,3	0,39	27,4/24
17	P	6,0	0	8,8	0,29	27,8/27,8
18	P	9,9	0,35	5,3	0,37	31,8/24
19	P	7,7	0,26	7,3	0,31	31,8/27,8
20	P	9,7	0,29	8,0	0,12	31,8/31,8

Tab. 5 - Výsledná setkání zjištěná „palcovou“ metodou

V tab. 5 můžeme opět vidět, že plátňové vazby mají vyšší setkání oproti flotážním vazbám. Dále můžeme vidět zvyšující se setkání se zvyšující se dostavou. O výsledcích bude více pojednáno v kap. 3.

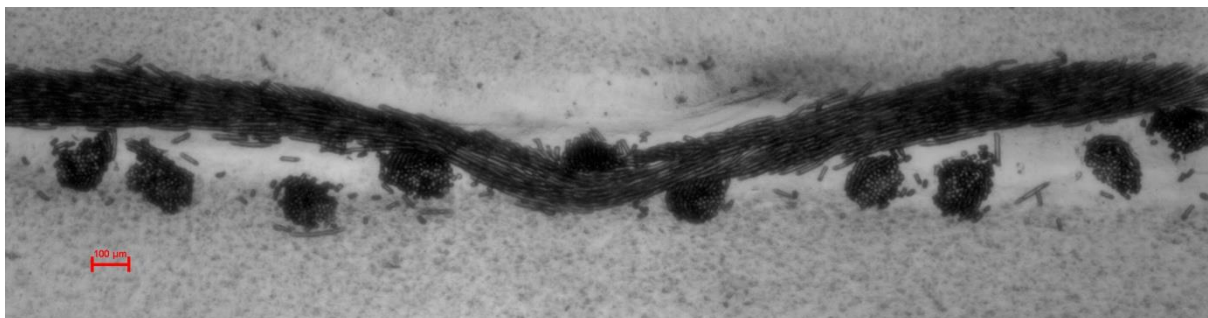
2.3 Měkké řezy tkanin

Jak už bylo uvedeno v kap. 1.5.2.5, z měkkých řezů lze stanovit setkání přízí ve tkanině pomocí změření délky osy vazné vlny a šířky obrázku v místě vazné vlny. Tato metoda je však velmi náročná jak na vybavení, tak i časově. Od počátku procesu trvá zjištění setkání řádově jednotky až desítky dní (oproti tomu např. „palcovou“ metodou získáme setkání během několika málo minut).

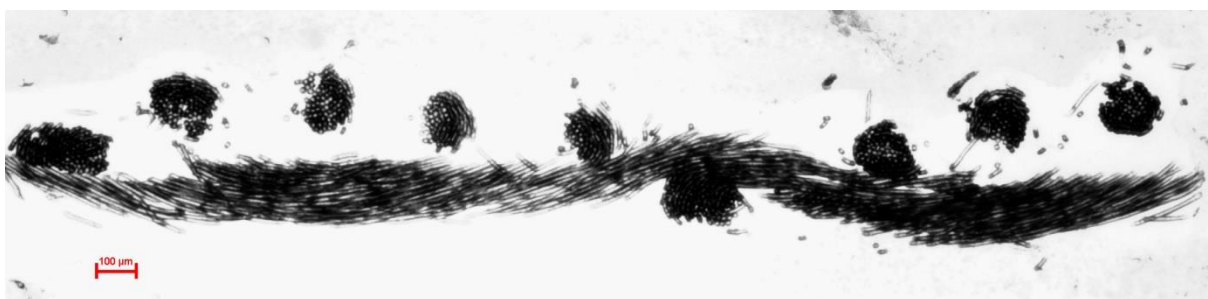
Abychom viděli vzájemnou polohu nití osnovního i útkového systému, jako doplňková informace bylo vytvořeno několik příčných a podélných měkkých řezů vybraných tkanin dle doporučeného postupu tvorby měkkých řezů popsaneho v kap. 1.5.2.5.

K tomuto experimentu byl použit Mikrotom Leica RM 2155, nůž délky 16 cm, c-profil a tloušťka řezu byla nastavena na 35 μm . Dále polarizační mikroskop NIKON ECLIPSE E200 a stolní počítač se softwarem NIS - ELEMENTS.

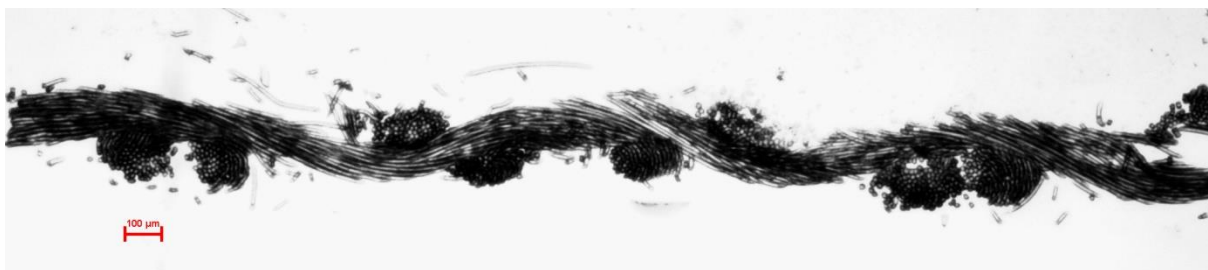
Níže jsou vyobrazeny vybrané snímky měkkých řezů tkanin. Měkké řezy plátnových vazeb jsou v příloze č. 1.



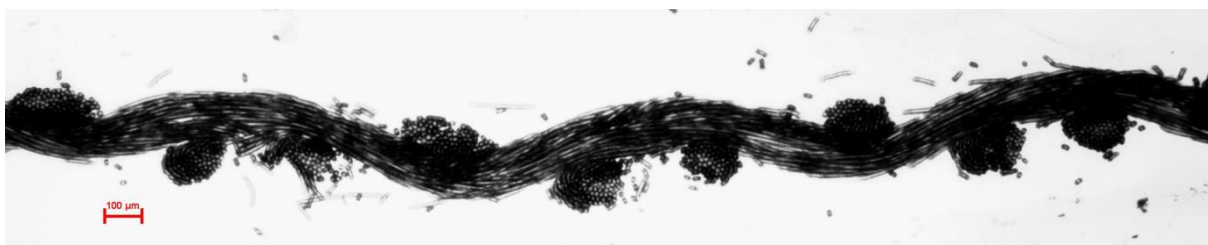
Obr. 21 - Tkanina č. 1 - příčný řez



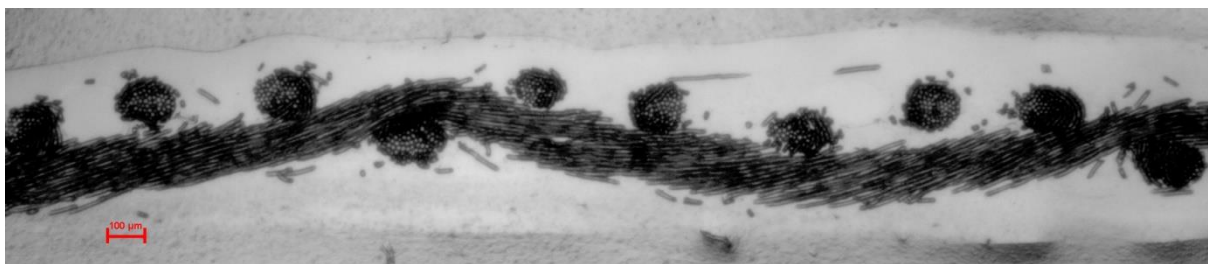
Obr. 22 - Tkanina č. 1 - podélný řez



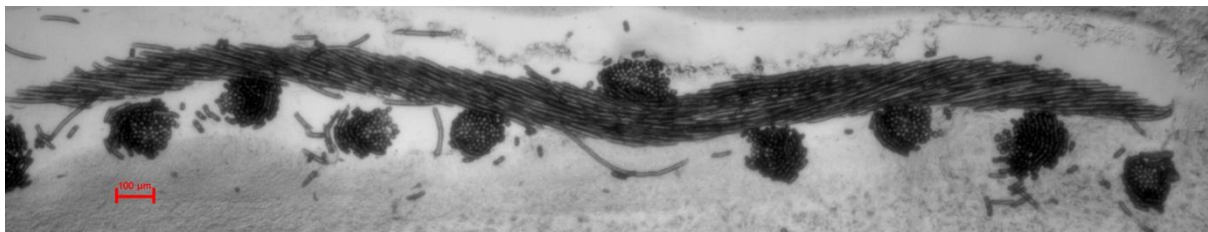
Obr. 23 - Tkanina č. 2 - příčný řez



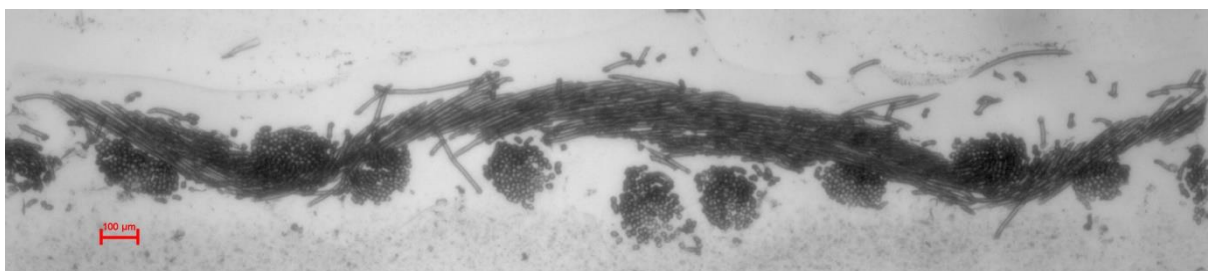
Obr. 24 - Tkanina č. 2 - podélný řez



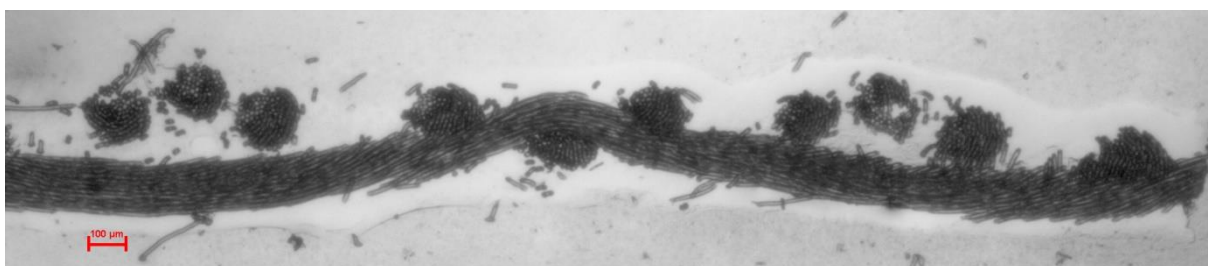
Obr. 25 - Tkanina č. 5 - příčný řez



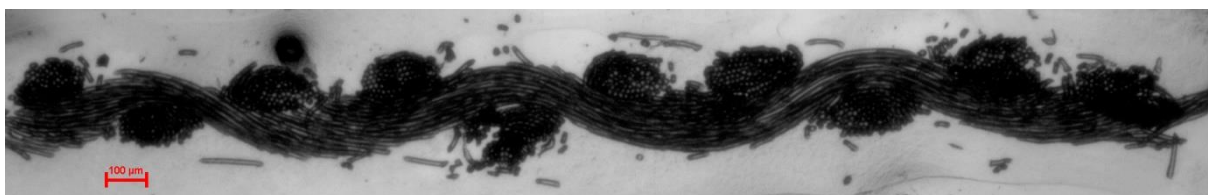
Obr. 26 - Tkanina č. 5 - podélný řez



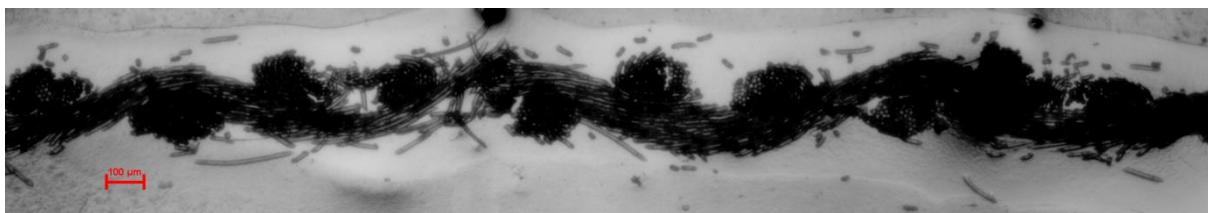
Obr. 27 - Tkanina č. 8 - příčný řez



Obr. 28 - Tkanina č. 8 - podélný řez



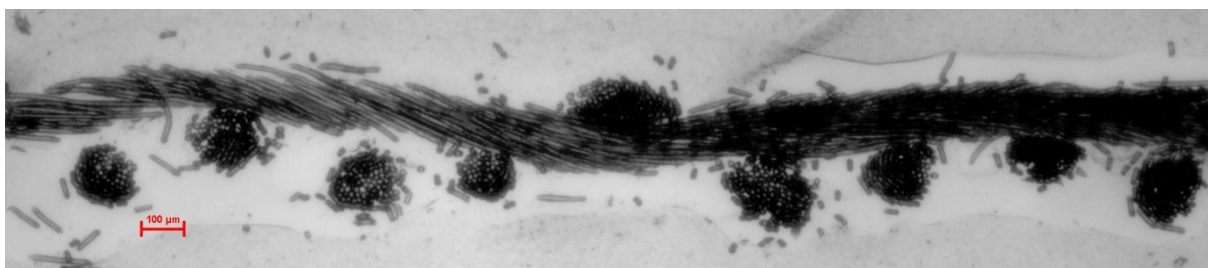
Obr. 29 - Tkanina č. 9 - příčný řez



Obr. 30 - Tkanina č. 9 - podélný řez

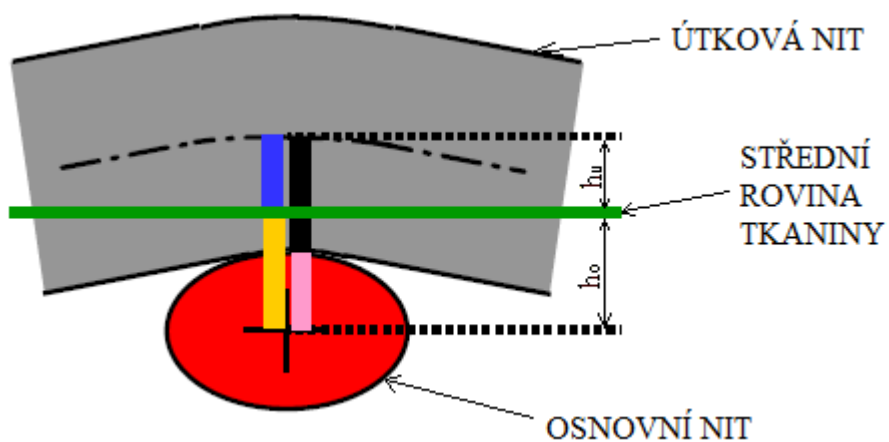


Obr. 31 - Tkanina č. 12 - příčný řez



Obr. 32 - Tkanina č. 12 - podélný řez

Všechny výše uvedené snímky měkkých řezů byly uloženy v softwaru obrazové analýzy NIS-ELEMENTS ve formátu JPEG 2000 v rozlišení 2048 x 1536 a kalibrací 1,59 $\mu\text{m}/\text{px}$.



Obr. 33 - Schematické zobrazení příčného řezu tkaniny [3]

Relativní výška vazné vlny osnovy

$$\lambda_o = \frac{h_o}{h_o + h_u} \quad (2.1)$$

Relativní výška vazné vlny útku

$$\lambda_u = \frac{h_u}{h_o + h_u} \quad (2.2)$$

h_o	[mm]	výška vazné vlny osnovy
h_u	[mm]	výška vazné vlny útku
λ_o	[-]	relativní výška vazné vlny osnovy
λ_u	[-]	relativní výška vazné vlny útku

[3]

Č. tkaniny	Vazba	h_o [μm]	h_u [μm]	λ_o [-]	λ_u [-]
1	K 1/5 Z	83,88	82,68	0,50	0,50
2	K 2/1 Z	54,63	65,47	0,45	0,55
5	A 1/5	80,06	74,18	0,52	0,48
8	K 1/5 Z	82,71	109,27	0,43	0,57
9	K 2/1 Z	54,09	63,89	0,46	0,54
12	A 1/5	70,42	81,27	0,46	0,54

Tab. 6 - Výsledné hodnoty výšek vazných vln osnovy a útku

Po vytvoření a uložení snímků měkkých řezů byl v programu NIS - ELEMENTS otevřen vždy jeden obraz řezu, ve kterém byla vytvořena střední rovina tkaniny. Pomocí nástrojů bylo orientačně změřeno několik výšek vazných vln osnovy h_o (označeno na obr. 33 žlutou čarou) a útku h_u (označeno na obr. 33 modrou čarou), tzn. vzdálenost od střední roviny tkaniny do poloviny výšky osnovní/útkové nitě, viz obr. 33. Z těchto vzdáleností byla nakonec vypočtena střední hodnota h_o a h_u . Viz příloha č. 4. Poté byla vypočtena relativní výška vazné vlny pro osnovu a útek pomocí vztahů (2.1) a (2.2). Takto bylo postupováno u každé z šesti vybraných tkanin uvedených v tab. 6. Výsledné hodnoty výšek vazných vln byly zjištěny orientačně z velmi malého množství obrazů z obrazové analýzy, proto je můžeme považovat pouze za odhad zvlnění. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v tab. 6.

U flotážních vazeb je na měkkých řezech vidět, že neprovazující úsek nitě ve tkanině není ve skutečnosti rovná nit (což předpokládají teoretické modely), ale nit je mírně zvlněná (viz např. obr. 21) a bude tedy také vykazovat určité setkání. Dále bylo zjištěno, že vzájemná poloha osnovních a útkových nití u zkoumaných tkanin se pohybuje v normálu, jelikož ani jedna hodnota nepřekračuje interval (0,4;0,6).

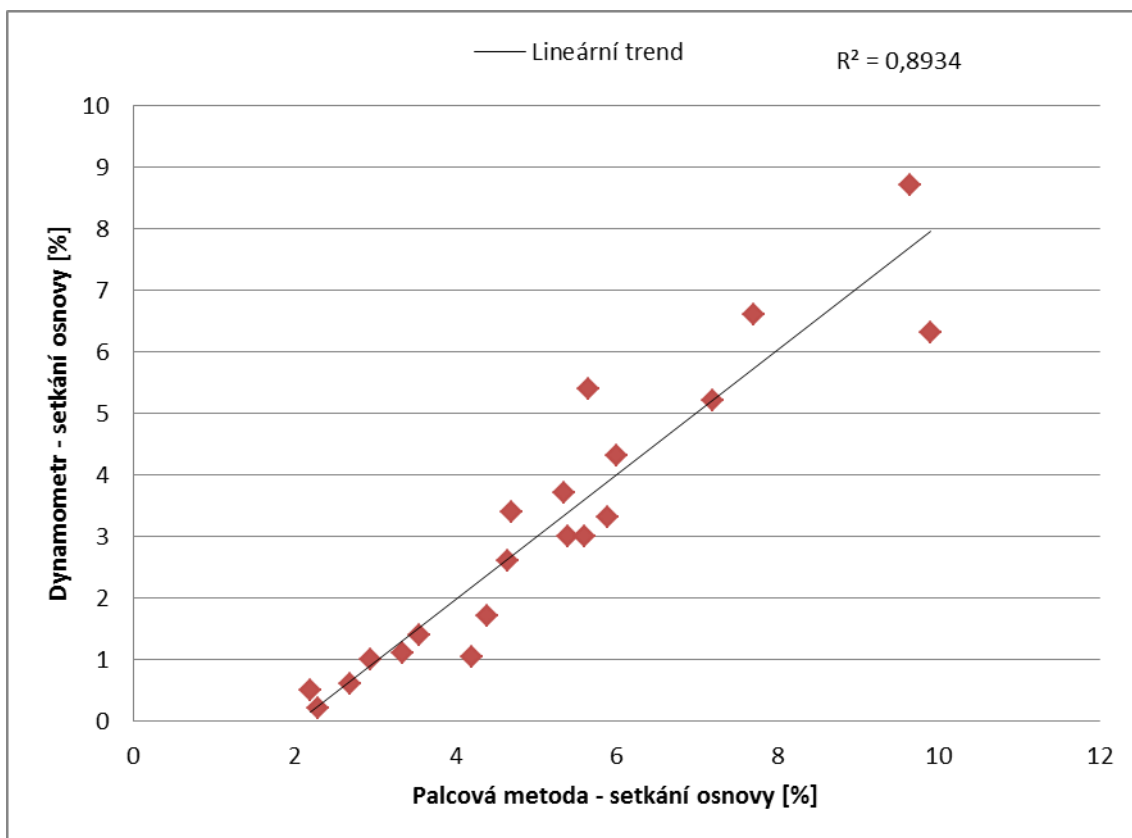
3. POROVNÁNÍ METOD A HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

3.1 Porovnání „palcové“ metody a metody měření setkání pomocí dynamometru

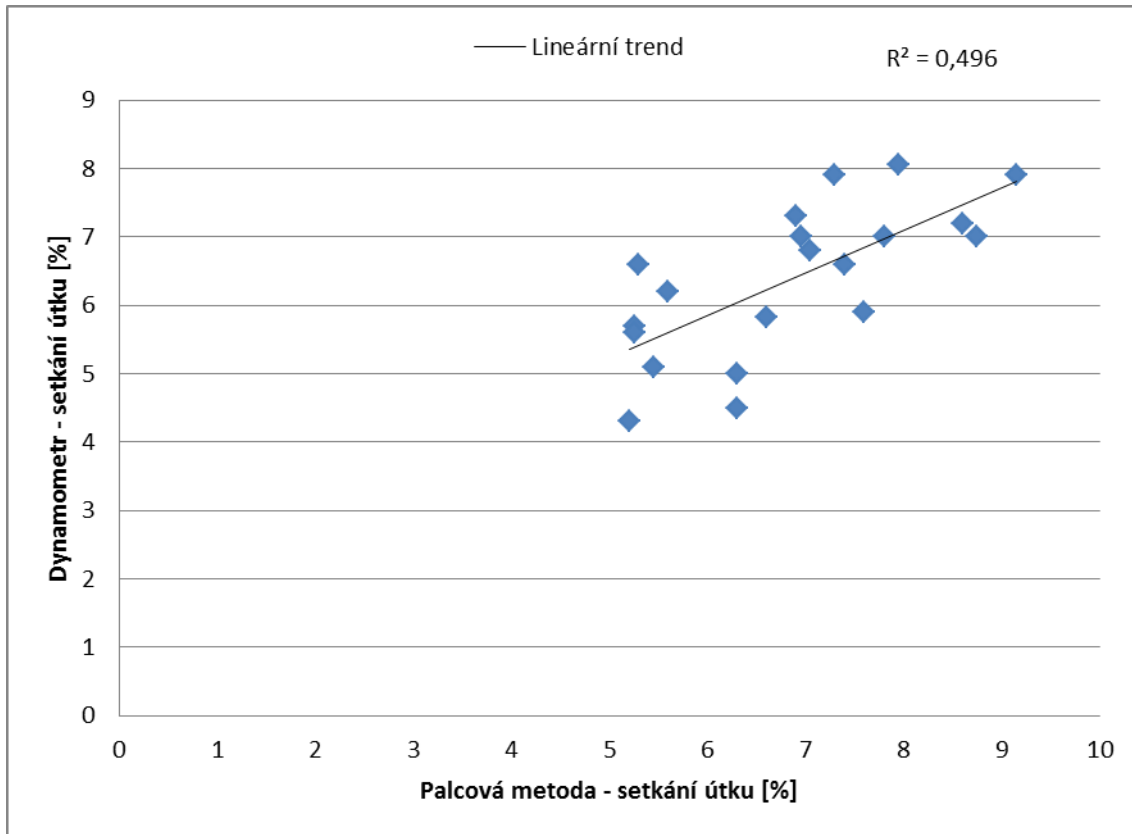
Pro určení míry závislosti mezi použitými metodami měření setkání byl využit bodový graf a koeficient determinace, jenž je druhou mocninou korelačního koeficientu.

V následujících grafech 4 a 5 je vidět závislost obou použitých metod pro měření setkání. Je patrné, že závislost mezi těmito metodami je značnější pro setkání osnovních nití, což můžeme vidět i na koeficientu determinace R^2 , který je v případě osnovy 0,893. Pro porovnání setkání útkových nití je koeficient determinace $R^2 = 0,496$, což značí nižší závislost. Korelační koeficient pro setkání osnovních nití je 0,945 a pro útkové nitě 0,704. Takto vysoké korelační koeficienty značí pozitivní závislost mezi metodami.

Z grafů 4, 5 a také 14 vyplývá, že setkání měřené metodou „palcovou“ je systematicky vyšší než setkání zjištěné pomocí dynamometru Instron. Tato skutečnost může být způsobena použitím příliš velké síly k vyrovnání zvlnění po vypárání příze z tkaniny při měření „palcovou“ metodou. Při používání větší síly, než je potřeba k vyrovnání nitě, dochází k nežádoucímu protažení a poté mohou být výsledné hodnoty takto systematicky navýšené.



Graf 4 - Porovnání výsledků setkání osnovy z „palcové“ metody a dynamometru pro osnovu



Graf 5 - Porovnání výsledků setkání útku z „palcové“ metody a dynamometru pro útek

3.2 Vliv vazby tkaniny na setkání přízí

Jak už bylo několikrát zmíněno, hlavním cílem této práce bylo zjistit vliv vazby tkaniny na setkání přízí. Vliv vazby byl hodnocen vzhledem k číselným charakteristikám vazby.

Mohl být zhodnocen vliv základních typů vazeb - plátna, kepru a atlasu. Konkrétně K 2/1 Z (střída vazby viz obr. 14), K 2/1_1/2 Z (obr. 15), K 1/5 Z (obr. 16), K 2/4 Z (obr. 17), A 1/5 (obr. 18), A 2/4 (obr. 19) a A 3/3 (obr. 20).

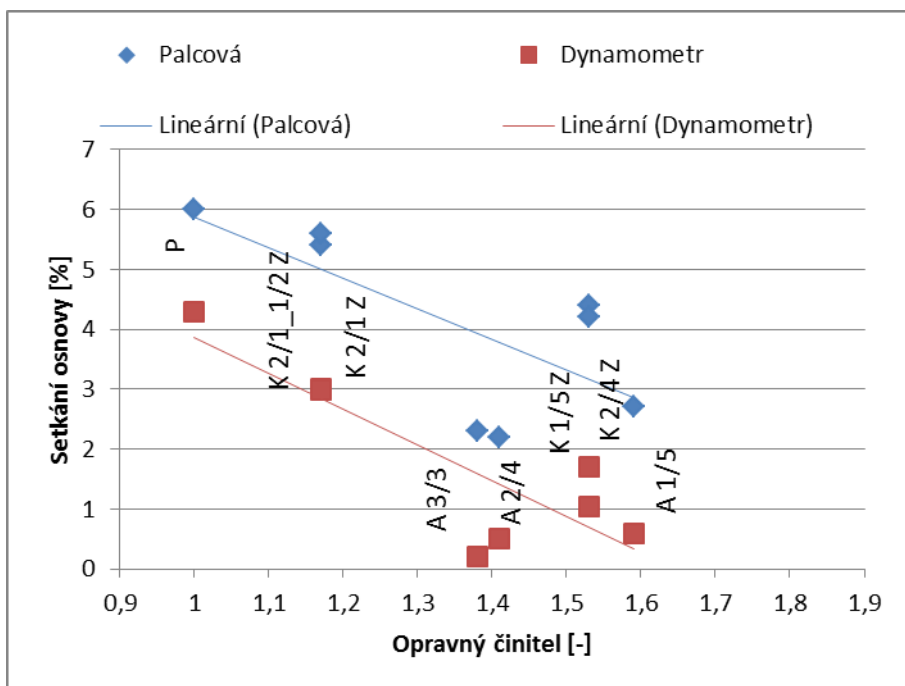
Vazbu můžeme vyjádřit číselně, např. pomocí opravného činitele f^m v tab. 7, který nejlépe zachycuje provázání dané vazby ve tkanině. Opravný činitel provázanosti můžeme vypočítat umocněním stupně provázání f (jenž je převrácenou hodnotou koeficientu provázanosti z kap. 1.3.2, vztah 1.6) na vazební exponent m [7].

Vazba	K [-]	f [-]	m [-]	f^m [-]
P	1	1,0	0,45	1,00
K 2/1 Z	2/3	1,5	0,39	1,17
K 2/1_1/2 Z	2/3	1,5	0,39	1,17
K 1/5 Z	1/3	3,0	0,39	1,53
K 2/4 Z	1/3	3,0	0,39	1,53
A 1/5	1/3	3,0	0,42	1,59
A 2/4	1/2	2,25	0,42	1,41
A 3/3	5/9	2,14	0,42	1,38

Tab. 7 - Číselné charakteristiky všech vazeb použitých v experimentu

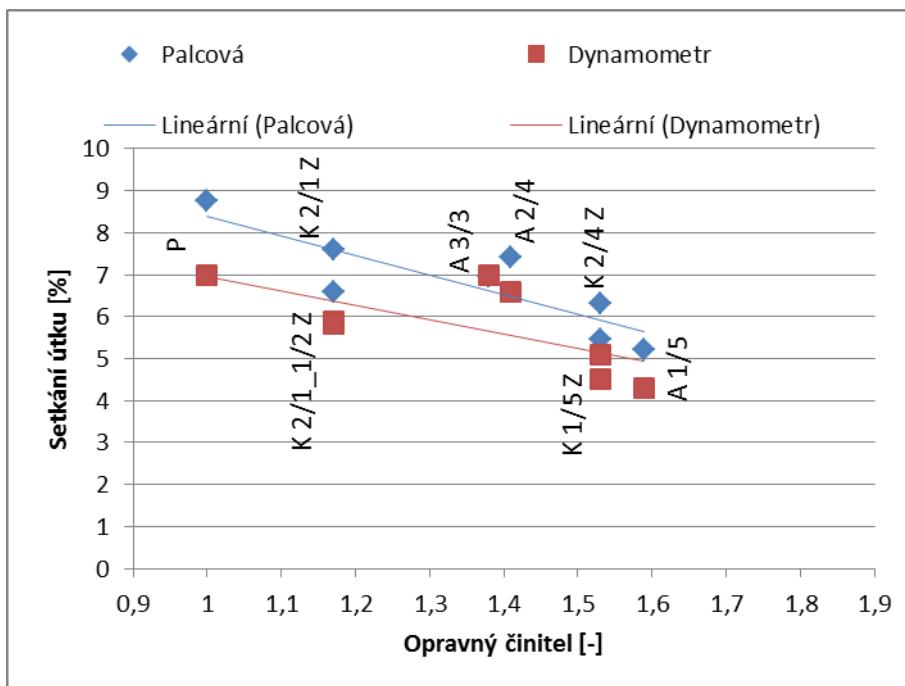
Na str. 58 jsou vyobrazeny grafy vlivu opravného činitele provázání na setkání zjištěné „palcovou“ metodou i metodou pomocí dynamometru.

Na grafu 6 je vidět klesající trend se stoupajícím opravným činitelem provázání obou použitých metod pro stanovení setkání. Korelační koeficient je 0,81, což značí silně pozitivní závislost mezi metodami. Dle předpokladů vykazuje nejvyšší setkání osnovy plátnová vazba. Nejnižší setkání mají A 3/3, A 1/5 a A 2/4. Vzhledem k velmi nízkým rozdílům setkání mezi těmito vazbami a vysoké variabilitě dat lze považovat tyto hodnoty za srovnatelné. V praxi nehraje rozdíl 1 % setkání velkou roli.



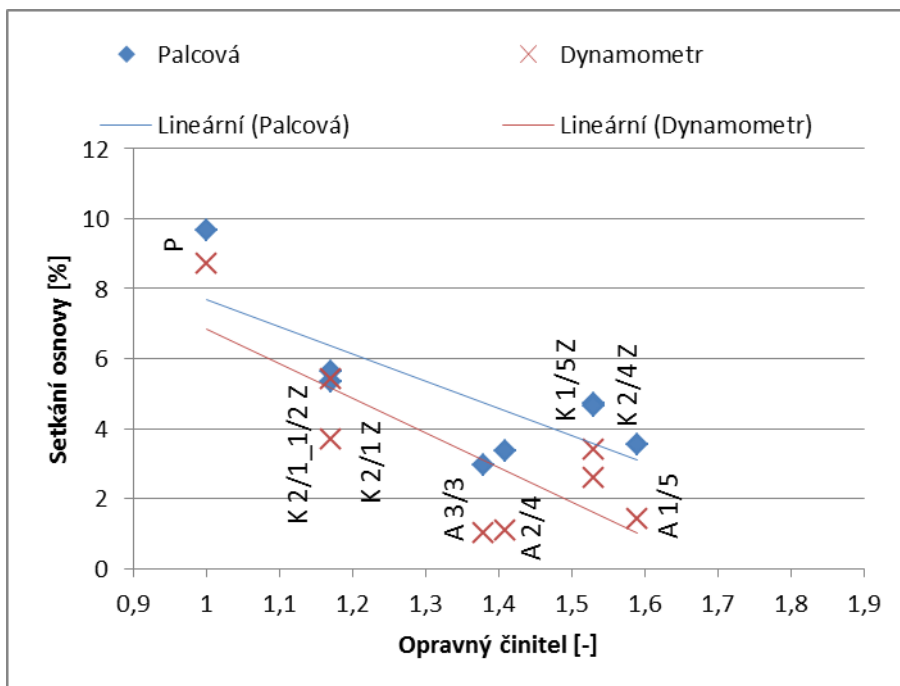
Graf 6 - Vliv opravného činitele na setkání osnovy pro $Do/Du = 27,8/27,8$ [1/cm]

Graf 7 ukazuje opět dle předpokladů klesající trend obou použitých metod se zvyšujícím se opravným činitelem provázání. Závislost mezi použitými metodami je dle korelačního koeficientu $0,94$ silně pozitivní. Nejvíce provázaná plátňová vazba má nejvyšší setkání útku a naopak A 1/5 má setkání útku nejnižší. Výsledky lze hodnotit jako odpovídající.



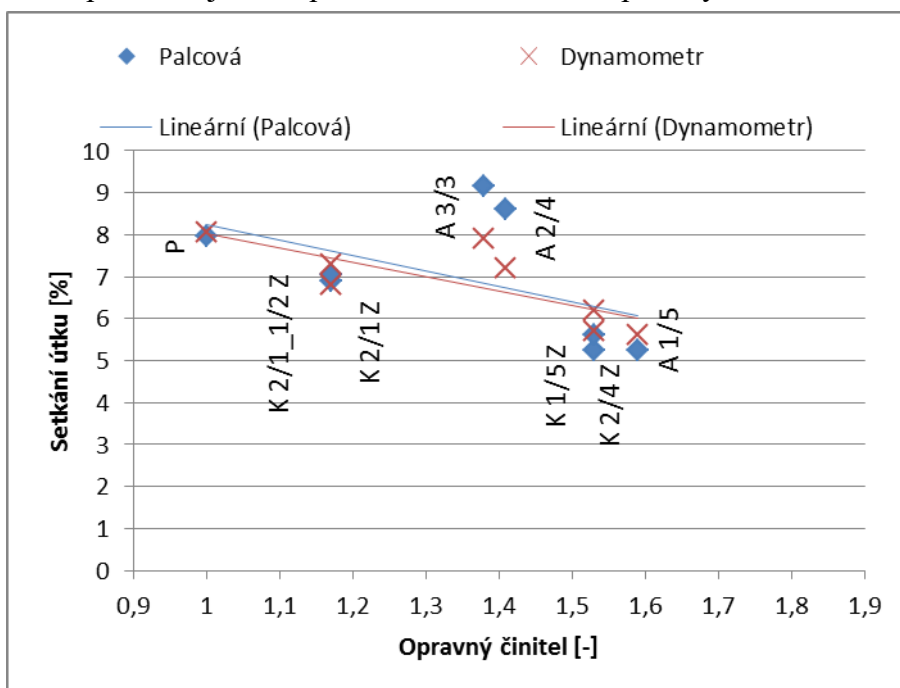
Graf 7 - Vliv opravného činitele na setkání útku pro $Do/Du = 27,8/27,8$ [1/cm]

Na grafu 8 můžeme vidět podobný průběh jako na grafu 6, díky vyšším dostávám je však setkání osnovy systematicky vyšší. Výsledné hodnoty jsou tedy opět v normě a korelační koeficient 0,9 ukazuje silně pozitivní závislost mezi použitými metodami.



Graf 8 - Vliv opravného činitele na setkání osnovy pro $Do/Du = 31,8/31,8$ [1/cm]

Graf 9 je ukazuje, že plátňová vazba a A 3/3 a A 2/4 mají srovnatelná setkání. Tento jev není teoreticky popsitelný, jelikož vzhledem k plátnu se v atlasových vazbách vyskytují relativně dlouhé flotážní úseky. Je zde možnost, že míra zvlnění jednotlivých nití ve tkanině není standardní. Subjektivitu měření lze vyloučit, protože korelační koeficient 0,98 opět ukazuje silně pozitivní závislost mezi použitými metodami měření.



Graf 9 - Vliv opravného činitele na setkání útku pro $Do/Du = 31,8/31,8$ [1/cm]

3.3 Vliv dostavy osnovy a útku na setkání přízí

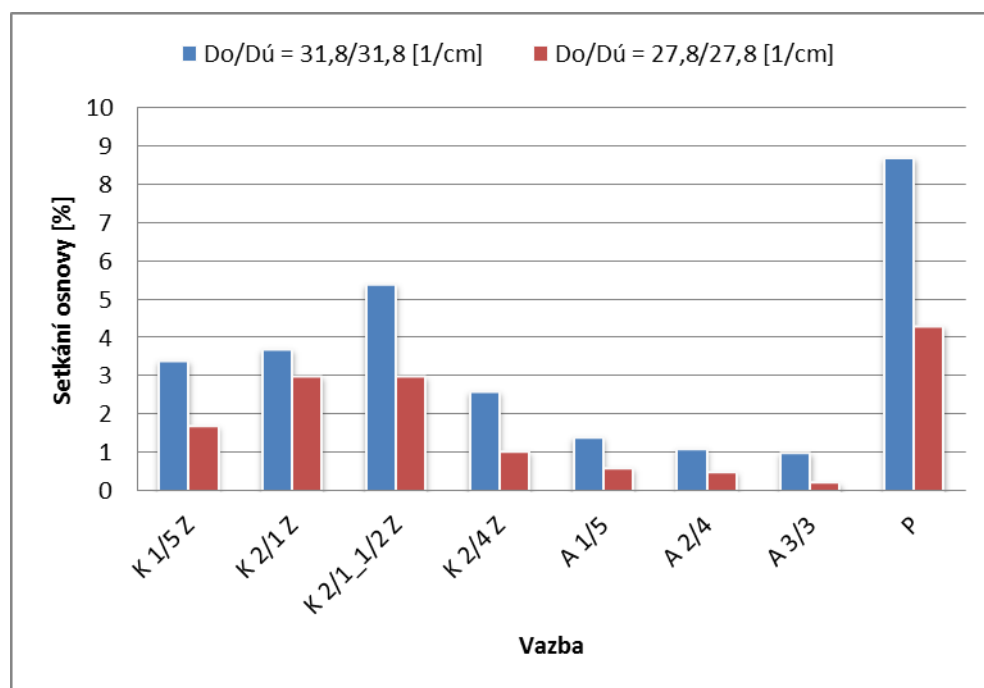
Vliv dostav byl sledován jak při měření setkání „palcovou“ metodou, tak při měření setkání pomocí dynamometru.

Celkově tak bylo v grafech porovnáno 16 vzorků se setkáním měřeným dvěma metodami při stejné vazbě a měnící se čtvercové dostavě z $D_o/D_u = 27,8/27,8$ [1/cm] na $D_o/D_u = 31,8/31,8$ [1/cm]. Z celkových 32 porovnaných měření se 27krát zvýšilo setkání při zvýšení dostavy, což bylo předpokládáno. U zbylých 5ti zůstalo setkání podobné nebo mírně nižší, což může být způsobeno různými vlivy (např. subjektivitou měření, variabilitou dat atd.).

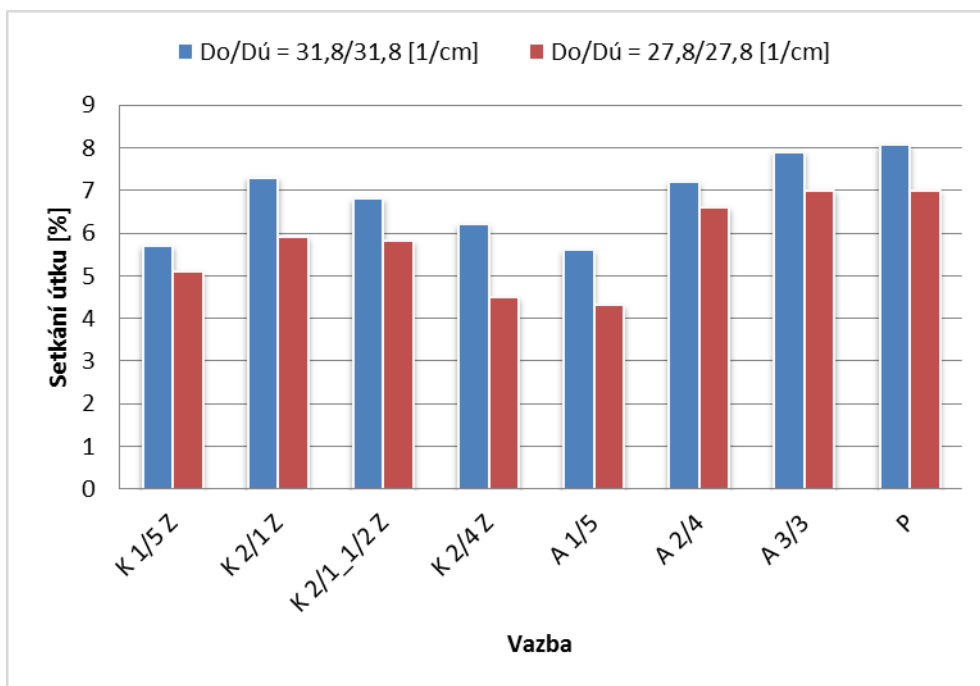
Na grafech 11, 12 jsou porovnávána setkání určená pomocí dynamometru a na grafech 13 a 14 jsou porovnávána setkání zjištěná „palcovou“ metodou.

Dále byly na grafech 14 a 15 porovnávány všechny dostupné plátňové tkaniny a zjišťován vliv dostav na setkání stanovené oběma metodami.

Níže jsou zobrazeny příslušné grafy.

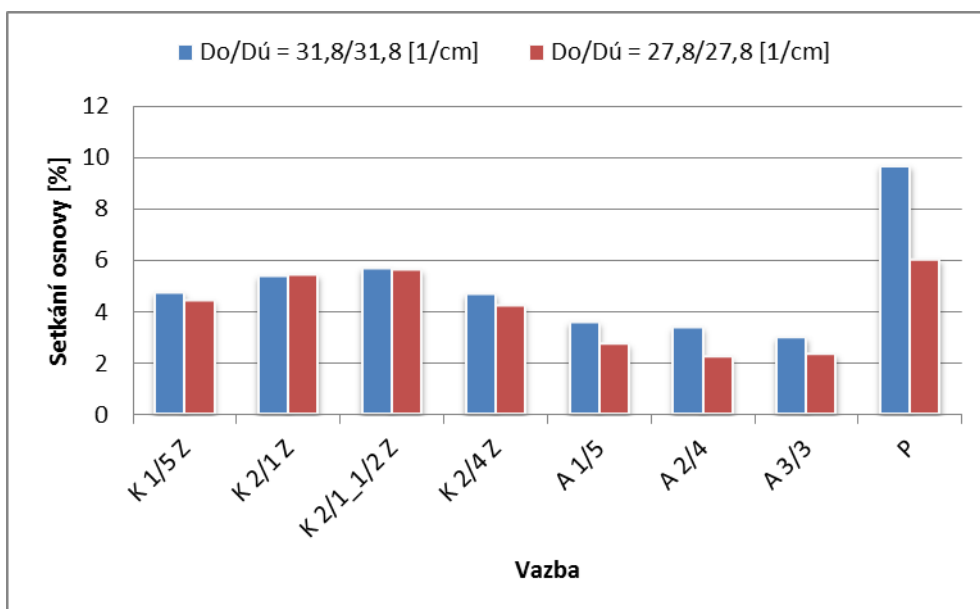


Graf 10 - Vliv dostavy na setkání osnovy určeného pomocí dynamometru

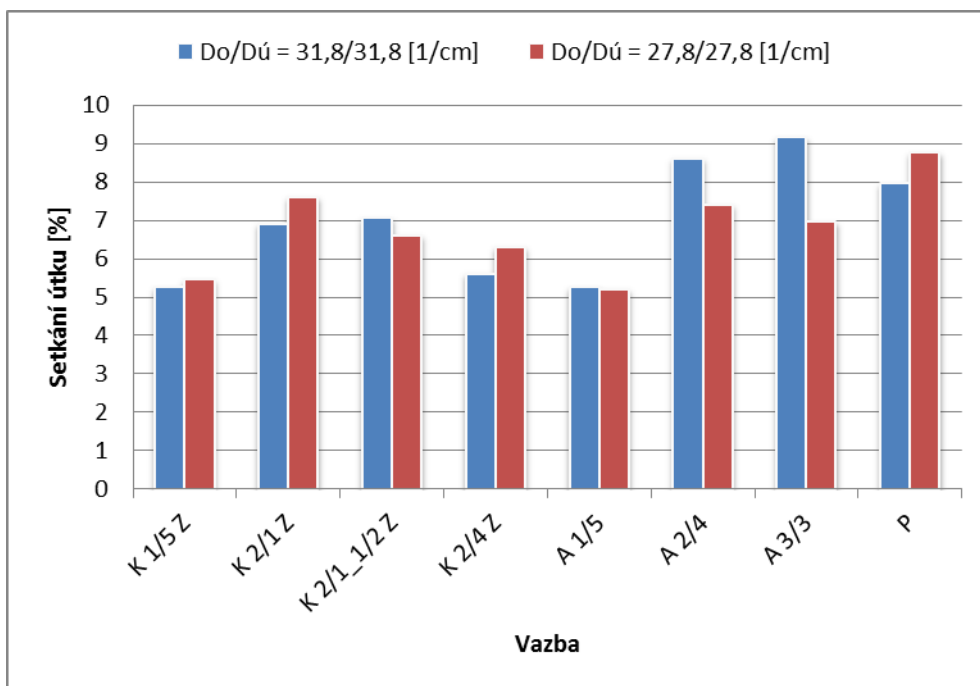


Graf 11 - Vliv dostavy na setkání útku určeného pomocí dynamometru

Můžeme usoudit, že setkání útkových nití je výrazně vyšší než setkání osnovních nití, což je vidět např. v tab. 4 a 5 nebo při porovnání grafů 10 a 11 nebo 12 a 13 a to hlavně u neplátnových vazeb.

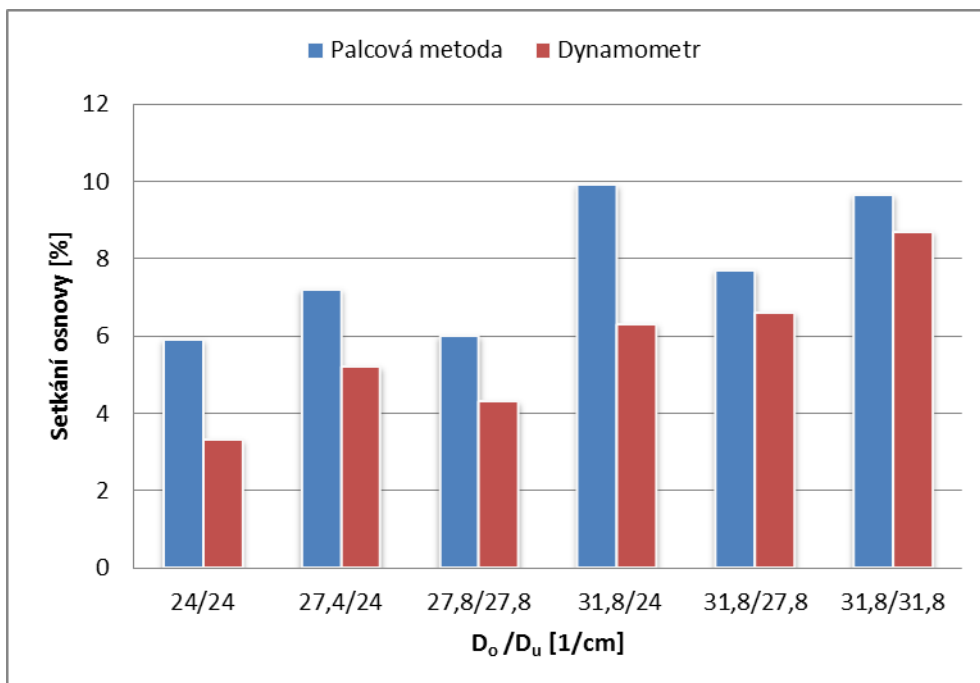


Graf 12 - Vliv dostavy na setkání osnovy určeného „palcovou“ metodou

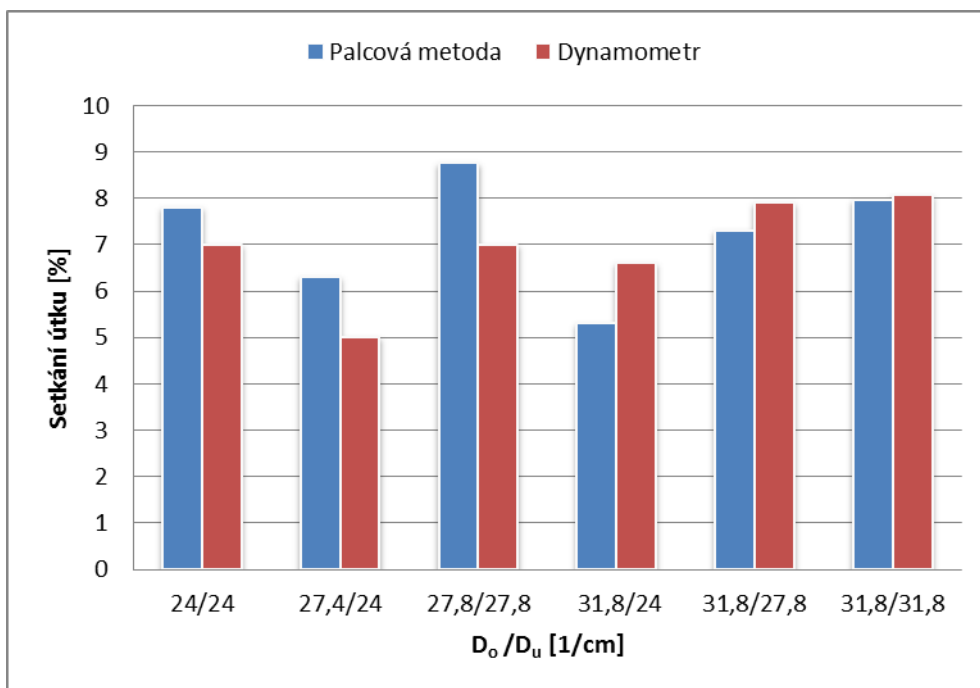


Graf 13 - Vliv dostavy na setkání útku určeného „palcovou“ metodou

Ze šesti vzorků na grafech 14 a 15 mají tři plátňové vazby čtvercovou dostavu. Z grafů můžeme vyčíst, že dle předpokladů má vazba s nejvyšší dostavou osnovy D_o a dostavou útku D_u také nejvyšší setkání osnovy S_o a útku S_u .



Graf 14 - Vliv dostavy na setkání osnovy u plátňových vazeb



Graf 15 - Vliv dostavy na setkání útku u plátnových vazeb

Naopak překvapivě z experimentu plyne, že se zvyšující se dostavou osnovy se zvyšuje setkání osnovy S_o a snižuje setkání útku S_u . Se zvyšující se dostavou útku D_u se setkání osnovy S_o snižuje při nižších dostavách a při vyšších dostavách se S_o zvyšuje. Dále se při zvýšení dostavy útku D_u zvyšuje setkání útku S_u . Pokud zvýšíme dostavu osnovy D_o a snížíme dostavu útku D_u , tak se setkání osnovy S_o zvýší a setkání útku S_u sníží. Předchozí fakty jsou potvrzené na grafech 14 a 15. Z tohoto tedy nemůžeme potvrdit předpoklad, že setkání první soustavy nití roste se zhušťováním druhé soustavy nití. U některých plátnových vazeb použitých v tomto experimentu dochází k tzv. „jamming efektu“, kdy se začíná reálná dostava blížit limitní dostavě, nitě mají tendenci se dostat „nad sebe“, zvyšuje se tahové namáhání v druhé soustavě nití a tyto nitě začínají provazovat „rovně“. Tento jev se nejvíce projevuje na tkanině č. 18, 19 a také 16, kdy na jejich příčných měkkých řezech viz příloha č. 1 je vidět, jak je útková nit napnutá a z toho důvodu má i nižší setkání. Míra zvlnění osnovních nití λ_o je tu mnohem vyšší než míra zvlnění útkových nití λ_u .

4. DISKUSE A ZÁVĚR

Cílem této práce bylo sledovat hlavně vliv vazby na setkání přízí. Jak už bylo v práci zmíněno, *pro útkové nitě* vykazuje nejvyšší setkání vazba plátňová a šestivazné atlasy A 3/3 a A 2/4. Dle teoretických předpokladů a opravného činitele provázání by měly mít vyšší setkání než zmíněné atlasové vazby Kepr 2/1 Z a Kepr 2/1_1/2 Z. Naopak nejnížší setkání vykazuje šestivazný atlas A 1/5 a kepr K 1/5 Z, což vychází přesně dle předpokladů a opravného činitele provázání. *Pro osnovní nitě* má nejvyšší setkání opět plátňová vazba, dále K 2/1_1/2 Z a K 2/1 Z. Tento výsledek je opět dle předpokladů. Nejnížší setkání útku má A 3/3 a A 2/4, což bylo očekáváno spíše u A 1/5 nebo některého z šestivazných keprů. Nepředpokládané výsledky mohou být způsobeny např. nepřesnostmi měření nebo subjektivními chybami použitých metod.

Byl potvrzen teoretický předpoklad o tom, že setkání útkových nití je vyšší, protože při tkaní na tkalcovském stavu bývá osnova napnutá a útek provazuje volně. V osnově je tedy vyšší tahové napětí a to se potvrdilo i v našem experimentu.

Při zkoumání vlivu dostavy na setkání přízí u tkanin se čtvercovou dostavou bylo zjištěno, že s rostoucí dostavou roste i setkání osnovy a útku. Při měření plátňových tkanin bylo potvrzeno, že plátňová tkanina s nejnižšími dostavami má také nejnížší setkání a naopak. Bohužel nemůžeme potvrdit předpoklad, že setkání první soustavy nití roste se zhušťováním druhé soustavy nití.

Dále bylo zjištěno, že je významná závislost mezi oběma metodami měření setkání použitými v tomto experimentu. Mezi metodami stanovení setkání z analýzy tahových pracovních křivek nitě nezatkané a nitě vypárané z tkanin a metodou „palcovou“ existuje pozitivní závislost. Metoda párání a následné proměřování délek nití má nespornou výhodu v tom, že je realizovatelná prakticky kdykoliv a kdekoliv a výsledky jsou k dispozici během několika minut. Výsledky však mohou být zavádějící vzhledem k subjektivitě tohoto měření. Naproti tomu setkání stanovené analyzováním tahových pracovních křivek z dynamometru je sofistikovanější metodou, ale potřebujeme složitější vybavení a doba pro získání setkání je delší. Vzhledem k pozitivní závislosti mezi těmito metodami můžeme obě považovat za použitelné pro stanovení setkání. Vždy však záleží na časových možnostech, jak přesně potřebujeme hodnotu setkání určit a jaké máme k dispozici vybavení.

Pro ujasnění výsledků bylo vytvořeno několik měkkých řezů tkanin, pomocí nichž bylo zjištěno, že vzájemná poloha osnovních a útkových nití u tkanin čtvercových dostav se pohybuje v normálu a proto by polohou nití neměly být výrazně ovlivňovány výsledky. U plátňových vazeb použitých v tomto experimentu docházelo k tzv. „jamming efektu“. Díky tomu byly zaznamenány proměnlivé výsledky, kdy setkání osnovy bylo někdy i výrazně vyšší než setkání útku, což jsme nepředpokládali. Dle analýzy měkkých řezů můžeme potvrdit i domněnku, že teoretické modely jsou nepřesné.

BIBLIOGRAFICKÉ CITACE

- [1] Tvorba systému projektování „příze – tkanina. Výzkumné centrum TEXTIL II. [online]. 2005 – 2009 [cit. 2015-11-10]. Dostupné z: [http://centrum.tul.cz/centrum/centrum/1Projektovani/1.4_manual/\[1.4.03\].pdf](http://centrum.tul.cz/centrum/centrum/1Projektovani/1.4_manual/[1.4.03].pdf)
- [2] KOVÁŘ, Radko. Struktura a vlastnosti plošných textilií. Vyd. 1. V Liberci: Technická univerzita, 2003, 142 s. ISBN 8070836768.
- [3] Neckář, Bohuslav. Struktura a vlastnosti textilií. skripta.ft.tul.cz. [online]. [cit. 2015-11-10]. Dostupné z: https://skripta.ft.tul.cz/databaze/list_aut.cgi?aut=2&skr=236&pro=
- [4] Studijní materiály. Katedra textilních materiálů Fakulta textilní. [online]. 2011 [cit. 2015-11-10]. Dostupné z: http://www.kmi.tul.cz/studijni_materialy/data/2015-04-09/11-47-50.pdf
- [5] ASTM D 3883 - 99 Standard Test Methods for Yarn Crimp and Yarn Take-up in Woven Fabrics.
- [6] BEDNÁŘ, Vladimír a Stanislav SVATOŠ. Vazby a rozborů tkanin I: Učebnice pro 3. roč. SPŠ stud. oboru textilní technologie. 1. vyd. Praha: SNTL, 1989. ISBN 80-03-00082-3.
- [7] Kolčavová, B.: Interní norma č. 13-108-01/01. Definice. Geometrické parametry tkanin.
- [8] Oděvní materiály. Katedra oděvnictví. [online]. 2009 [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://www.kod.tul.cz/predmety/OM1/Prednasky/zkusebni%20metody%20OM1.pdf>
- [9] TUMAJER, Petr, Martin BÍLEK a Josef DVOŘÁK. Základy tkaní a tkací stroje. Vydání 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2015, 227 stran. ISBN 978-80-7494-215-0.
- [10] Křemenáková, D.: Interní norma 108-01/01: Geometrické vlastnosti staplových přízí, Výzkumné centrum Textil, TU v Liberci, 2002.
- [11] URSÍNY, Petr. Předání I. Vyd. 2. Liberec: Technická univerzita, 2006. ISBN 80-7372-077-9.
- [12] Systém projektování textilních struktur. Výzkumné centrum TEXTIL II. [online].

11.11.2015 [cit. 2015-11-11]. Dostupné
z: [http://centrum.tul.cz/centrum/centrum/1Projektovani/1.4_manual/\[1.4.03\].pdf](http://centrum.tul.cz/centrum/centrum/1Projektovani/1.4_manual/[1.4.03].pdf)

[13] Tarfaoui, M. a Akesbi S., Numerical study of the mechanical behaviour of textile structures. International Journal of Clothing Science and Technology, Vol. 13 No. 3/4, p. 166-175

[14] Kolčavová, B.: Vliv použitého modelu na setkání přízí ve tkanině a plošnou hmotnost tkanin, SEKCE B - TEXTILNÍ TECHNOLOGIE, Dílčí projekt: Rozšíření systému projektování textilií, Etapa 4.8 Zpřesnění modelů vlastností tkanin.

[15] Kolčavová, B.: Možnosti popisu provázání nití ve tkanině. STRUTEX: Struktura a strukturní mechanika textilií : 8. mezinárodní konference : sborník abstraktů. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2001 str. 123. ISBN 80-7083-549-4.

[16] NECKÁŘ, B. Metoda stanovení setkání nitě ve tkanině. Liberec, 2011. Interní zpráva KTT TUL.

[17] ISO 7211-3 (80 0803). Tkaniny. Konštrukcia. Rozbory. 3. Část: Stanovenie zotkania nití v tkanine.

[18] Interní norma 46-108-01/01. Doporučený postup tvorby příčných řezů. Měkké a tvrdé řезы.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 - Schéma setkání	12
Obr. 2 - Fáze provázání dle Novikova	19
Obr. 3 - Geometrie zakříženého úseku útkové nitě - Peirceův model pro nevyrovnanou tkaninu	23
Obr. 4 - Levá „půlvlna“ schématu Peirceova modelu	24
Obr. 5 - Geometrie zakříženého úseku útkové nitě - Peirceův model pro vyrovnanou tkaninu	25
Obr. 6 - Lineární zobrazení plátnového a neplátnového provázání nití ve tkanině	26
Obr. 7 - Hyperbolické zobrazení plátnového provázání nití ve tkanině	27
Obr. 8 - Napínání zvlněné nitě	29
Obr. 9 - Síla v niti závislá na poměrném prodloužení	33
Obr. 10 - Vypáraná nit ze tkaniny v čelistech dynamometru	33
Obr. 11 - Univerzální trhací přístroj Instron 4411	35
Obr. 12 - Vanička pro zalití vzorku směsí včelího vosku a parafínu	40
Obr. 13 - Střída plátnové vazby Obr. 14 - Střída vazby K 2/1 Z	43
Obr. 15 - Střída vazby K 2/1_1/2 Z Obr. 16 - Střída vazby K 1/5 Z	44
Obr. 17 - Střída vazby K 2/4 Z Obr. 18 - Střída vazby A 1/5	44
Obr. 19 - Střída vazby A 2/4 Obr. 20 - Střída vazby A 3/3	44
Obr. 21 - Tkanina č. 1 - příčný řez	51
Obr. 22 - Tkanina č. 1 - podélný řez	51
Obr. 23 - Tkanina č. 2 - příčný řez	51
Obr. 24 - Tkanina č. 2 - podélný řez	51
Obr. 25 - Tkanina č. 5 - příčný řez	52
Obr. 26 - Tkanina č. 5 - podélný řez	52
Obr. 27 - Tkanina č. 8 - příčný řez	52
Obr. 28 - Tkanina č. 8 - podélný řez	52
Obr. 29 - Tkanina č. 9 - příčný řez	52
Obr. 30 - Tkanina č. 9 - podélný řez	53
Obr. 31 - Tkanina č. 12 - příčný řez	53
Obr. 32 - Tkanina č. 12 - podélný řez	53
Obr. 33 - Schematické zobrazení příčného řezu tkaniny	53

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 - Vyrovnávací napětí	37
Tab. 2 - Soubor experimentálních tkanin.....	43
Tab. 3 - Číselné charakteristiky vazeb	45
Tab. 4 - Výsledná setkání zjištěná pomocí dynamometru	48
Tab. 5 - Výsledná setkání zjištěná „palcovou“ metodou	50
Tab. 6 - Výsledné hodnoty výšek vazných vln osnovy a útku	54
Tab. 7 - Číselné charakteristiky všech vazeb použitých v experimentu	57

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 - Tahový diagram pro útkové nitě tkaniny č. 1	47
Graf 2 - Inverzní průměrná pracovní tahová křivka útku tkaniny č. 1	47
Graf 3 - Porovnání nezatkané příze a útkové příze pro tkaninu č. 1.....	48
Graf 4 - Porovnání výsledků setkání osnovy z „palcové“ metody a dynamometru pro osnovu.....	56
Graf 5 - Porovnání výsledků setkání útku z „palcové“ metody a dynamometru pro útek	56
Graf 6 - Vliv opravného činitele na setkání osnovy pro $D_o/D_u = 27,8/27,8$ [1/cm]	58
Graf 7 - Vliv opravného činitele na setkání útku pro $D_o/D_u = 27,8/27,8$ [1/cm].....	58
Graf 8 - Vliv opravného činitele na setkání osnovy pro $D_o/D_u = 31,8/31,8$ [1/cm]	59
Graf 9 - Vliv opravného činitele na setkání útku pro $D_o/D_u = 31,8/31,8$ [1/cm].....	59
Graf 10 - Vliv dostavy na setkání osnovy určeného pomocí dynamometru.....	60
Graf 11 - Vliv dostavy na setkání útku určeného pomocí dynamometru	61
Graf 12 - Vliv dostavy na setkání osnovy určeného „palcovou“ metodou.....	61
Graf 13 - Vliv dostavy na setkání útku určeného „palcovou“ metodou	62
Graf 14 - Vliv dostavy na setkání osnovy u plátňových vazeb	62
Graf 15 - Vliv dostavy na setkání útku u plátňových vazeb	63

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č. 1 - Vybrané obrázky měkkých řezů plátnových vazeb
- Příloha č. 2 - Tahové pracovní křivky z dynamometru
- Příloha č. 3 - Výsledná setkání určená pomocí dynamometru
- Příloha č. 4 - Výsledky relativních výšek vazných vln osnovy a útku
- Příloha č. 5 - Výsledná setkání určená „palcovou“ metodou

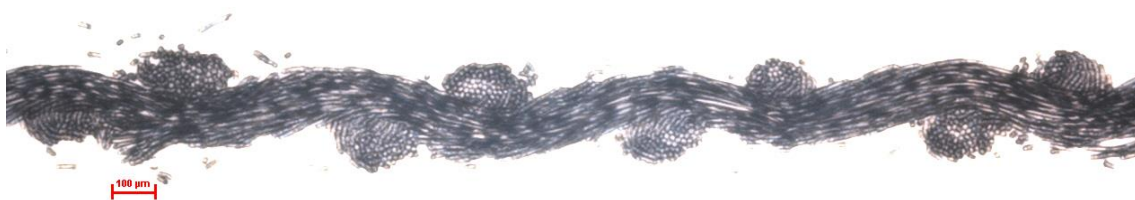
Příloha č. 1 - Vybrané obrázky měkkých řezů plátnových vazeb



Tkanina č. 15 - příčný řez



Tkanina č. 15 - podélný řez



Tkanina č. 16 - příčný řez



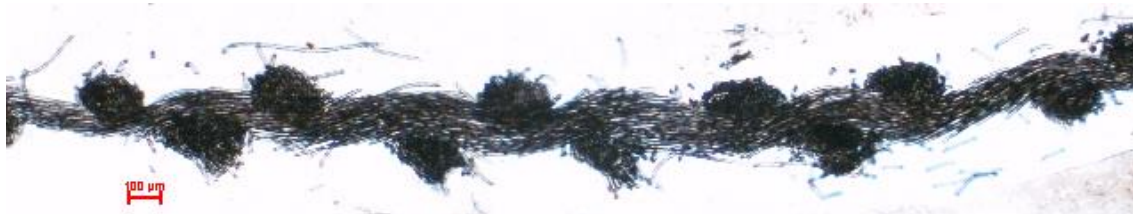
Tkanina č. 16 - podélný řez



Tkanina č. 17 - příčný řez



Tkanina č. 17 - podélný řez



Tkanina č. 18 - příčný řez



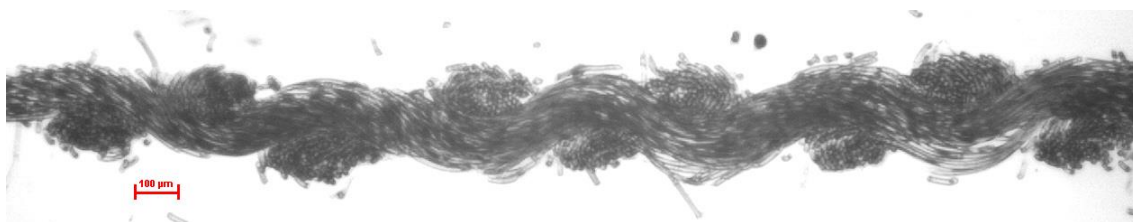
Tkanina č. 18 - podélný řez



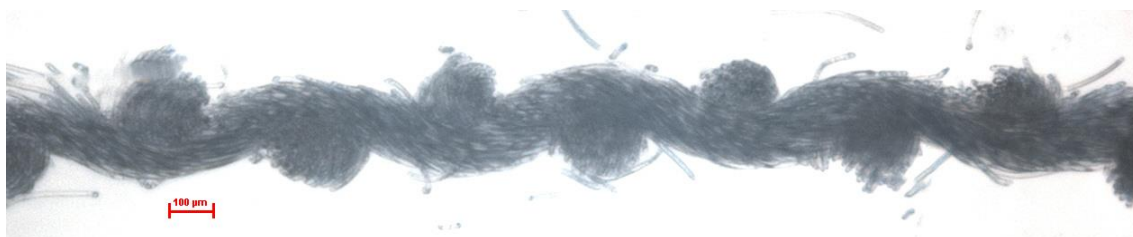
Tkanina č. 19 - příčný řez



Tkanina č. 19 - podélný řez

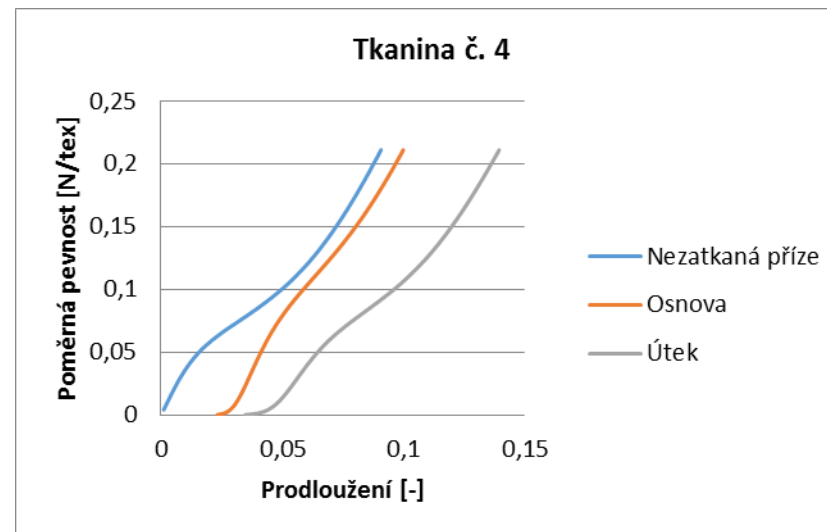
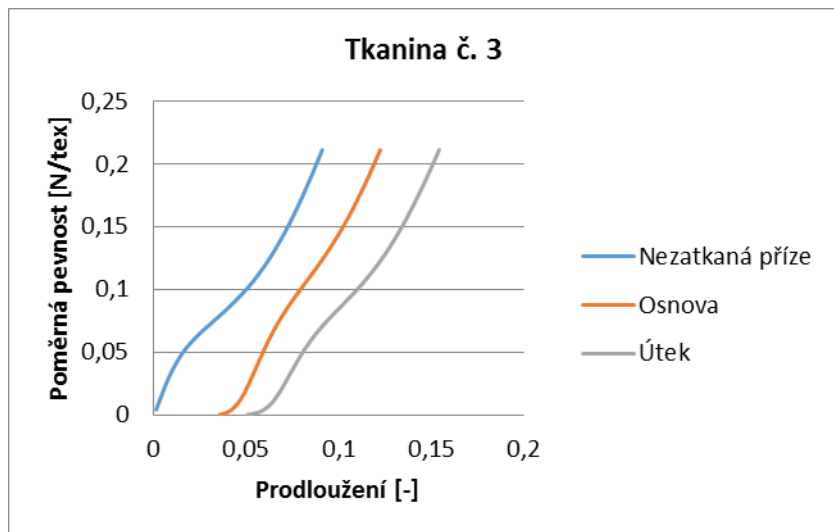
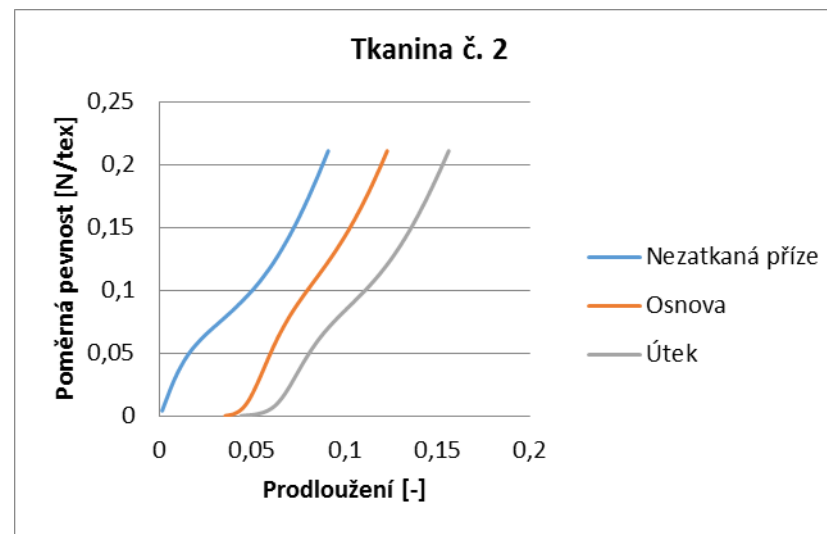
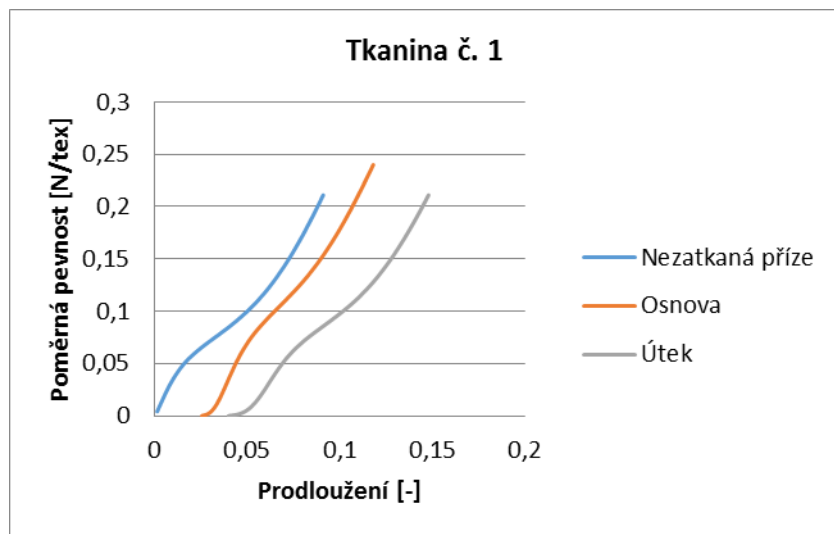


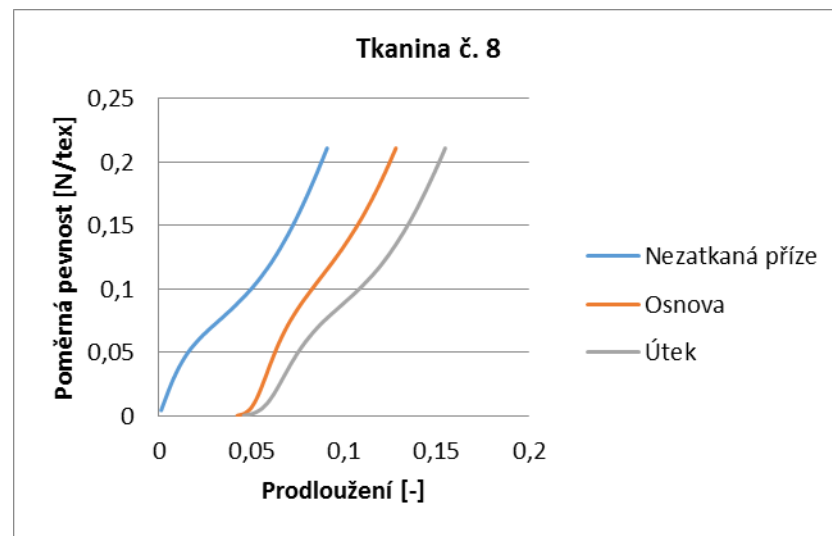
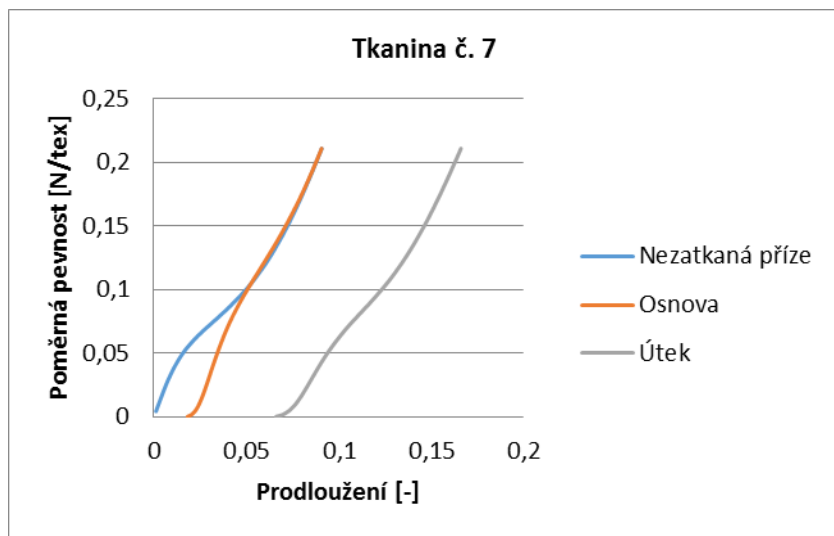
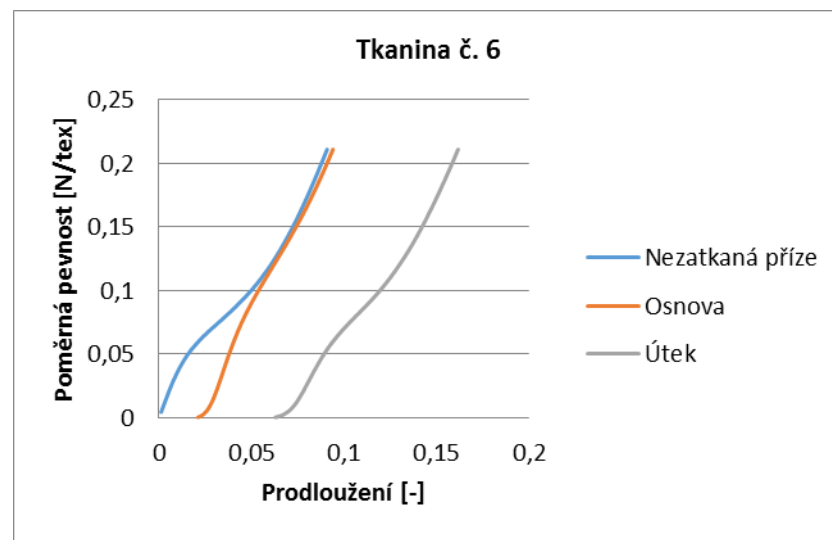
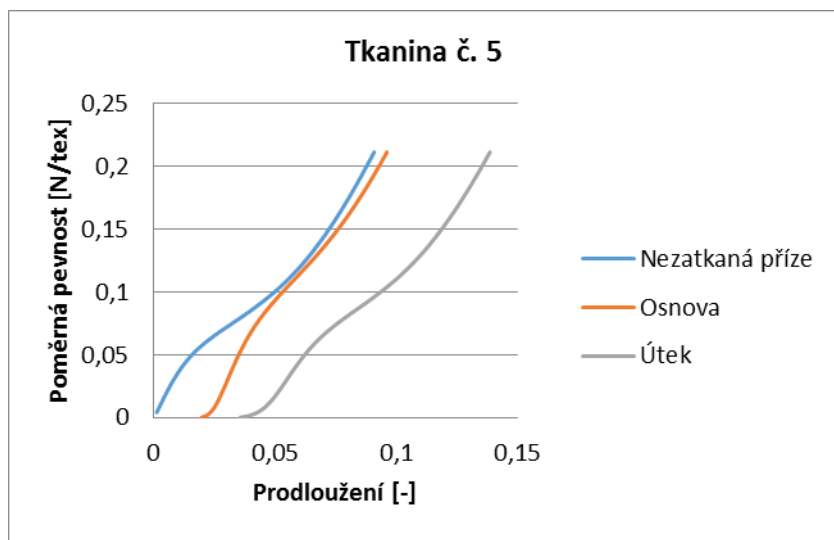
Tkanina č. 20 - příčný řez

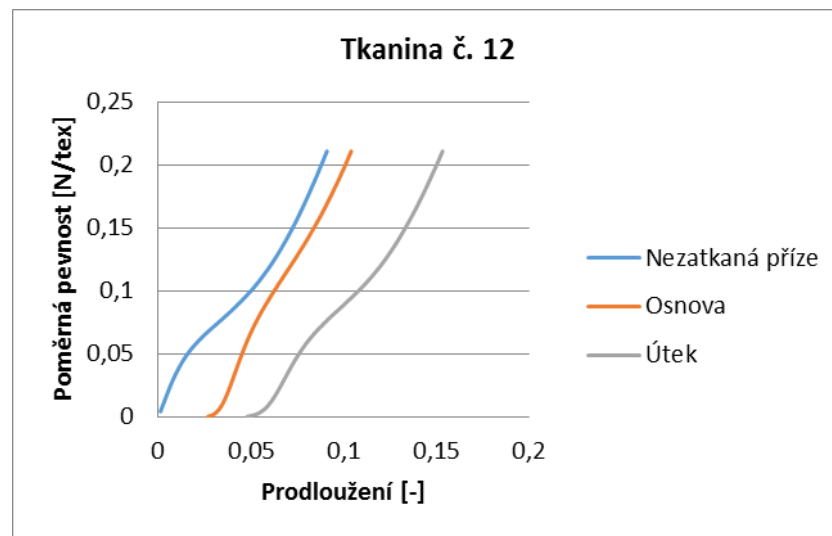
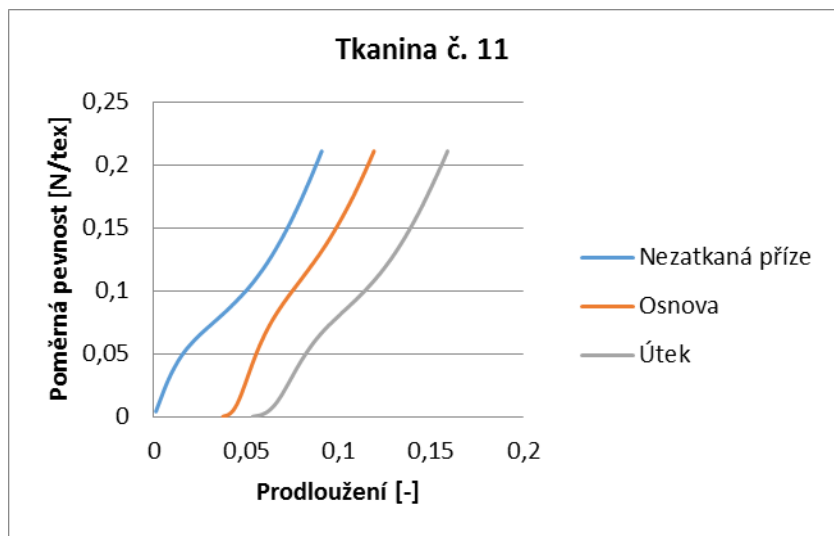
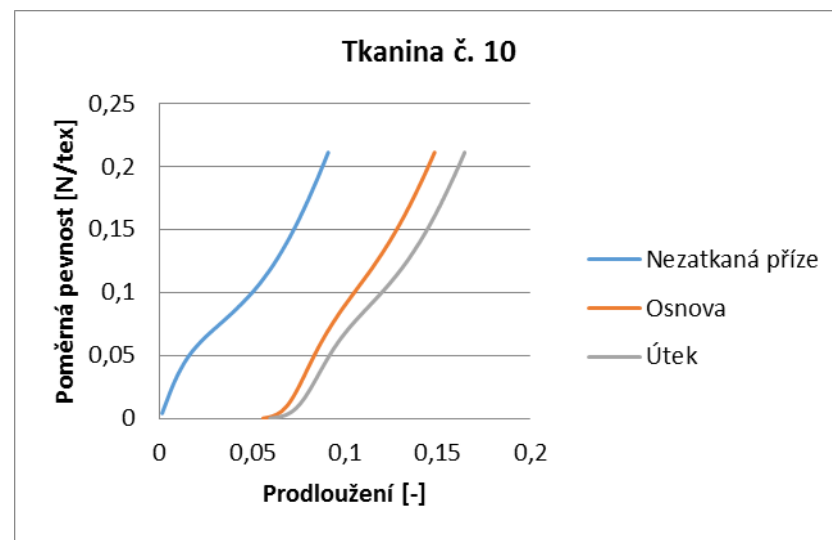
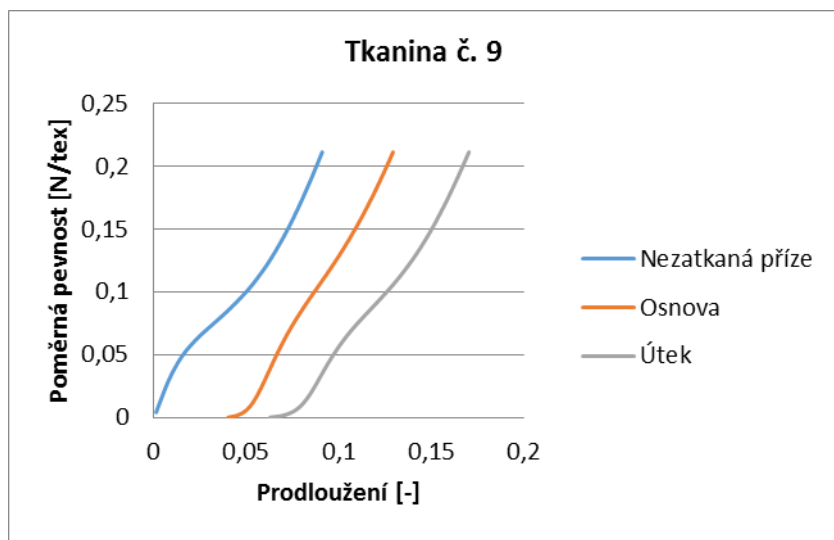


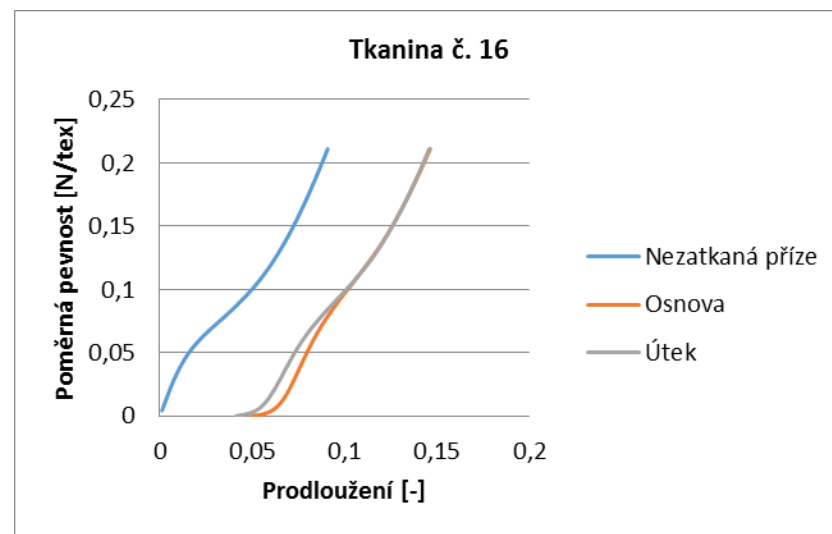
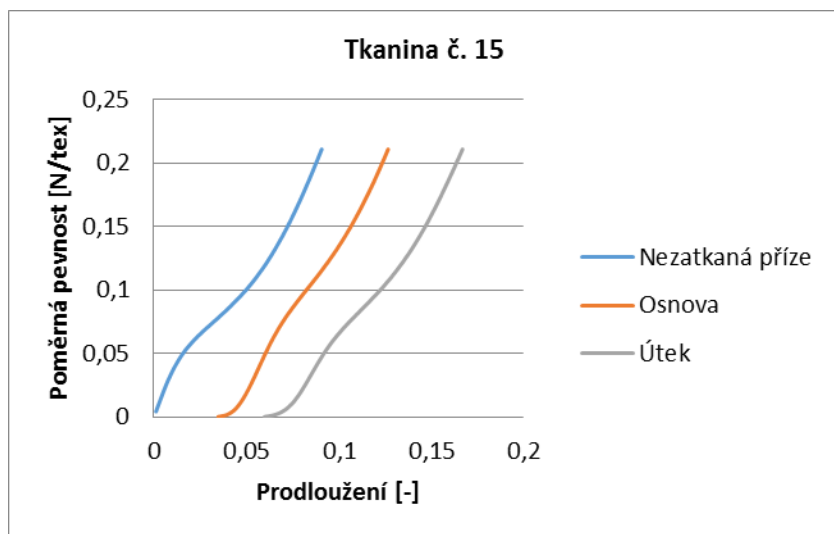
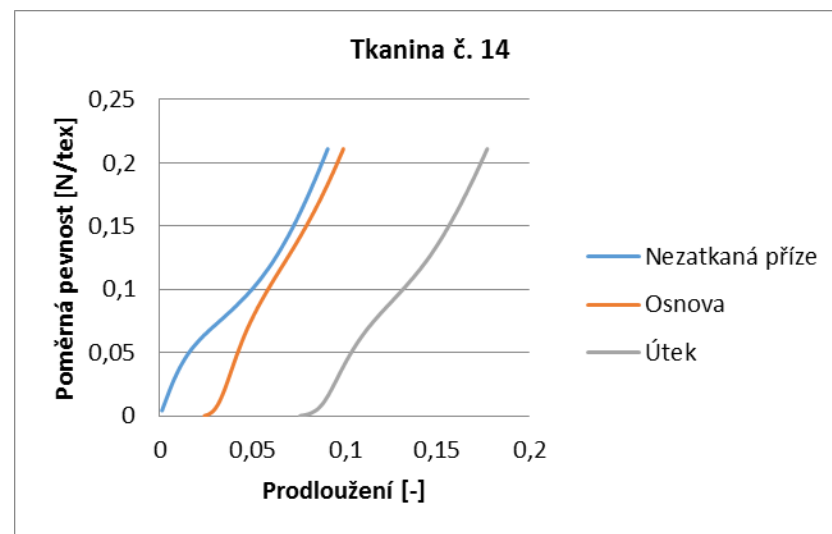
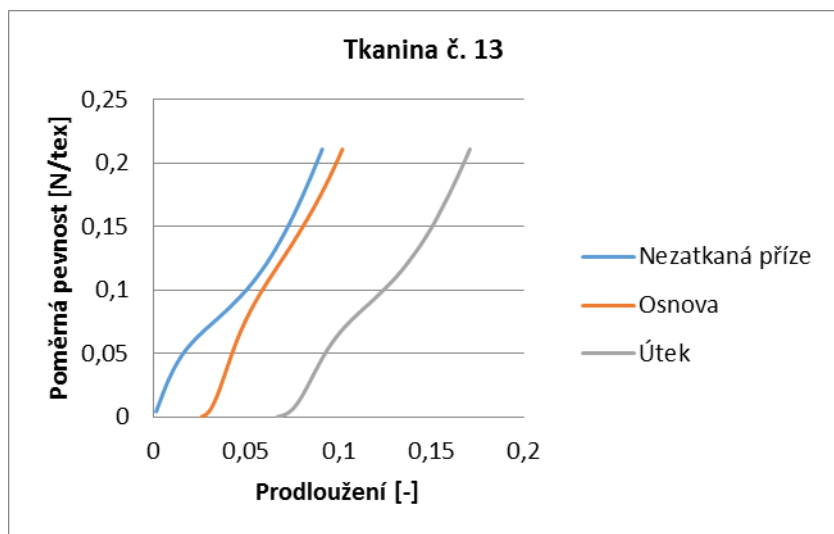
Tkanina č. 20 - podélný řez

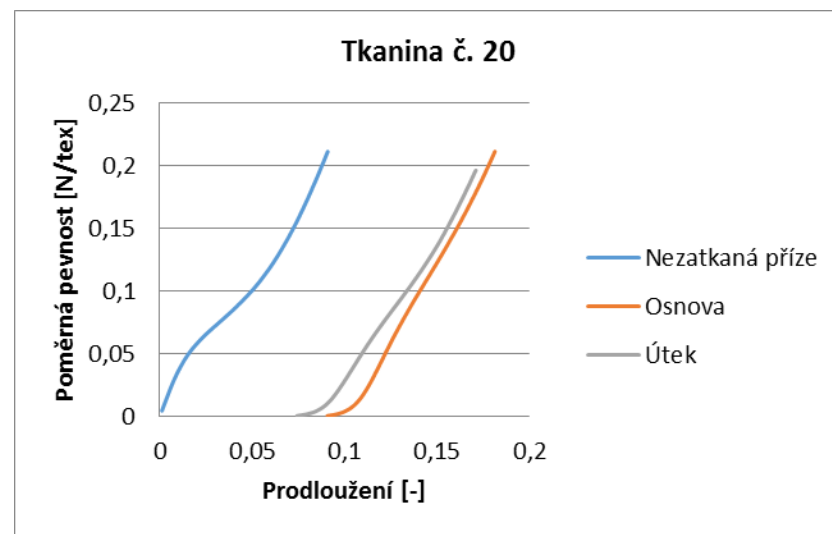
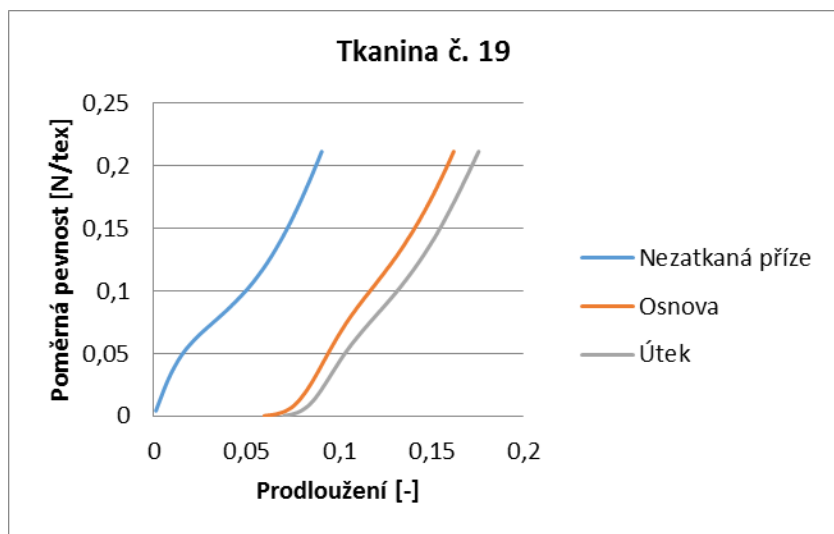
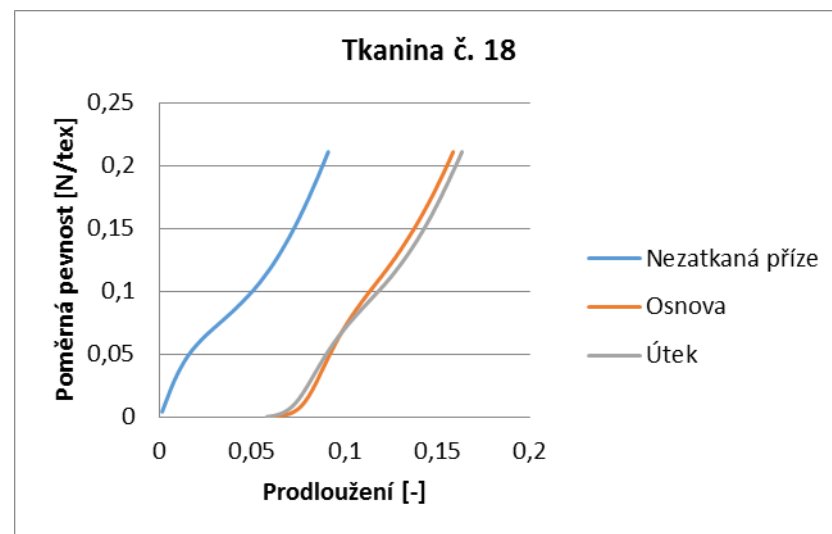
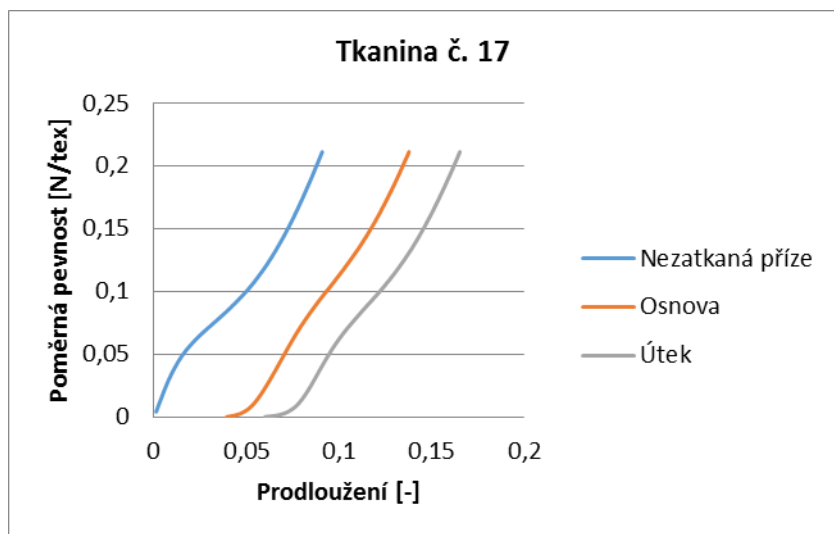
Příloha č. 2 - Tahové pracovní křivky z dynamometru











Příloha č. 3 - Výsledná setkání určená pomocí dynamometru

Tkanina č. 1			Tkanina č. 2			Tkanina č. 3		
Osnova/útek	Osnova	Útek	Osnova/útek	Osnova	Útek	Osnova/útek	Osnova	Útek
λ [1]	1,0171	1,0508	λ [1]	1,0304	1,0594	λ [1]	1,0299	1,0582
$s_{o,u}$ [1]	0,0171	0,0508	$s_{o,u}$ [1]	0,0304	0,0594	$s_{o,u}$ [1]	0,0299	0,0582
$s_{o,u}$ [%]	1,7	5,1	$s_{o,u}$ [%]	3,0	5,9	$s_{o,u}$ [%]	3,0	5,8
Tkanina č. 4			Tkanina č. 5			Tkanina č. 6		
Osnova/útek	Osnova	Útek	Osnova/útek	Osnova	Útek	Osnova/útek	Osnova	Útek
λ [1]	1,0103	1,0448	λ [1]	1,0056	1,0431	λ [1]	1,0051	1,0663
$s_{o,u}$ [1]	0,0103	0,0448	$s_{o,u}$ [1]	0,0056	0,0431	$s_{o,u}$ [1]	0,0051	0,0663
$s_{o,u}$ [%]	1,0	4,5	$s_{o,u}$ [%]	0,6	4,3	$s_{o,u}$ [%]	0,5	6,6
Tkanina č. 7			Tkanina č. 8			Tkanina č. 9		
Osnova/útek	Osnova	Útek	Osnova/útek	Osnova	Útek	Osnova/útek	Osnova	Útek
λ [1]	1,0022	1,0703	λ [1]	1,0342	1,0572	λ [1]	1,0365	1,0734
$s_{o,u}$ [1]	0,0022	0,0703	$s_{o,u}$ [1]	0,0342	0,0572	$s_{o,u}$ [1]	0,0365	0,0734
$s_{o,u}$ [%]	0,2	7,0	$s_{o,u}$ [%]	3,4	5,7	$s_{o,u}$ [%]	3,7	7,3
Tkanina č. 10			Tkanina č. 11			Tkanina č. 12		
Osnova/útek	Osnova	Útek	Osnova/útek	Osnova	Útek	Osnova/útek	Osnova	Útek
λ [1]	1,0541	1,0680	λ [1]	1,0265	1,0622	λ [1]	1,0137	1,0565
$s_{o,u}$ [1]	0,0541	0,0680	$s_{o,u}$ [1]	0,0265	0,0622	$s_{o,u}$ [1]	0,0137	0,0565
$s_{o,u}$ [%]	5,4	6,8	$s_{o,u}$ [%]	2,6	6,2	$s_{o,u}$ [%]	1,4	5,6
Tkanina č. 13			Tkanina č. 14			Tkanina č. 15		
Osnova/útek	Osnova	Útek	Osnova/útek	Osnova	Útek	Osnova/útek	Osnova	Útek
λ [1]	1,0106	1,0723	λ [1]	1,0098	1,0793	λ [1]	1,0334	1,0701
$s_{o,u}$ [1]	0,0106	0,0723	$s_{o,u}$ [1]	0,0098	0,0793	$s_{o,u}$ [1]	0,0334	0,0701
$s_{o,u}$ [%]	1,1	7,2	$s_{o,u}$ [%]	1,0	7,9	$s_{o,u}$ [%]	3,3	7,0
Tkanina č. 16			Tkanina č. 17			Tkanina č. 18		
Osnova/útek	Osnova	Útek	Osnova/útek	Osnova	Útek	Osnova/útek	Osnova	Útek
λ [1]	1,0515	1,0504	λ [1]	1,0434	1,0696	λ [1]	1,0626	1,0664
$s_{o,u}$ [1]	0,0515	0,0504	$s_{o,u}$ [1]	0,0434	0,0696	$s_{o,u}$ [1]	0,0626	0,0664
$s_{o,u}$ [%]	5,2	5,0	$s_{o,u}$ [%]	4,3	7,0	$s_{o,u}$ [%]	6,3	6,6
Tkanina č. 19			Tkanina č. 20					
Osnova/útek	Osnova	Útek	Osnova/útek	Osnova	Útek			
λ [1]	1,0661	1,0787	λ [1]	1,0868	1,0813			
$s_{o,u}$ [1]	0,0661	0,0787	$s_{o,u}$ [1]	0,0868	0,0810			
$s_{o,u}$ [%]	6,6	7,9	$s_{o,u}$ [%]	8,7	8,1			

Příloha č. 4 - Výsledky relativních výšek vazných vln osnovy a útku

Tkanina č. 1		
Měření č.	Výška vazné vlny osnovy h_o [μm]	Výška vazné vlny útku h_u [μm]
1	58,72	25,16
2	146,79	46,14
3	62,91	62,91
4	37,75	71,30
5	138,41	104,85
6	96,46	125,82
7	46,14	142,60
Průměr $h_{o,u}$	83,88	82,68
$\lambda_{o,u}$	0,50	0,50

Tkanina č. 5		
Měření č.	Výška vazné vlny osnovy h_o [μm]	Výška vazné vlny útku h_u [μm]
1	102,94	99,91
2	124,13	69,64
3	9,08	33,3
4	136,24	81,75
5	87,8	112,02
6	24,22	48,44
7	90,83	57,53
8	84,77	81,75
9	60,55	112,02
10		99,91
11		66,61
12		27,25
Průměr $h_{o,u}$	80,06	74,18
$\lambda_{o,u}$	0,52	0,48

Tkanina č. 8		
Měření č.	Výška vazné vlny osnovy h_o [μm]	Výška vazné vlny útku h_u [μm]
1	106,23	45,53
2	109,27	103,2
3	97,12	121,41
4	60,7	157,83
5	57,67	121,41
6	75,88	42,49
7	84,98	118,37
8	69,81	148,72
9		133,55
10		100,16
Průměr $h_{o,u}$	82,71	109,27
$\lambda_{o,u}$	0,43	0,57

Tkanina č. 2		
Měření č.	Výška vazné vlny osnovy h_o [μm]	Výška vazné vlny útku h_u [μm]
1	32,18	103,64
2	62,1	100,56
3	81,98	57,46
4	62,1	31,6
5	34,78	63,21
6		67,52
7		38,79
8		50,28
9		76,14
Průměr $h_{o,u}$	54,63	65,47
$\lambda_{o,u}$	0,45	0,55

Tkanina č. 9		
Měření č.	Výška vazné vlny osnovy h_o [μm]	Výška vazné vlny útku h_u [μm]
1	70,85	79,46
2	50,61	62,71
3	22,77	75,78
4	70,85	38,89
5	22,77	68,24
6	75,91	50,8
7	70,85	64,55
8	48,08	83
9		82,15
10		33,35
Průměr $h_{o,u}$	54,09	63,89
$\lambda_{o,u}$	0,46	0,54

Tkanina č. 12		
Měření č.	Výška vazné vlny osnovy h_o [μm]	Výška vazné vlny útku h_u [μm]
1	50,61	51,6
2	58,2	78,91
3	75,91	127,48
4	78,44	112,3
5	68,32	84,98
6	55,67	88,02
7	58,2	66,77
8	65,79	39,46
9	100,16	81,95
10	36,42	
11	15,18	
12	15,18	
13	145,69	
14	106,23	
15	72,84	
16	78,91	
17	115,34	
Průměr $h_{o,u}$	70,42	81,27
$\lambda_{o,u}$	0,46	0,54

Příloha č. 5 - Výsledná setkání určená „palcovou“ metodou

Tkanina č. 1				
Měření č.	Délka vypárané nitě ze vzorku [mm]	Nit	Šířka/délka vzorku [mm]	Setkání útku/osnovy [%]
1	105	Útek	100	5,0
2	105	Útek	100	5,0
3	105	Útek	100	5,0
4	105	Útek	100	5,0
5	105	Útek	100	5,0
6	106	Útek	100	6,0
7	105	Útek	100	5,0
8	106,5	Útek	100	6,5
9	105,5	Útek	100	5,5
10	106,5	Útek	100	6,5
1	106	Osnova	100	6,0
2	105	Osnova	100	5,0
3	104	Osnova	100	4,0
4	104,5	Osnova	100	4,5
5	105	Osnova	100	5,0
6	104	Osnova	100	4,0
7	104	Osnova	100	4,0
8	104	Osnova	100	4,0
9	103,5	Osnova	100	3,5
10	104	Osnova	100	4,0

Průměr [%]	5,45
Směrodatná odchylka [%]	0,64
Variační koeficient [%]	11,80
95 % interval spolehlivosti [%]	0,56

Průměr [%]	4,40
Směrodatná odchylka [%]	0,74
Variační koeficient [%]	16,77
95 % interval spolehlivosti [%]	0,72

Tkanina č. 2				
Měření č.	Délka vypárané nitě ze vzorku [mm]	Nit	Šířka/délka vzorku [mm]	Setkání útku/osnovy [%]
1	108	Útek	100	8,0
2	107	Útek	100	7,0
3	107,5	Útek	100	7,5
4	107,5	Útek	100	7,5
5	107,5	Útek	100	7,5
6	107	Útek	100	7,0
7	107	Útek	100	7,0
8	108	Útek	100	8,0
9	108	Útek	100	8,0
10	108,5	Útek	100	8,5
1	105	Osnova	100	5,0
2	106	Osnova	100	6,0
3	105	Osnova	100	5,0
4	105	Osnova	100	5,0
5	105	Osnova	100	5,0
6	105,5	Osnova	100	5,5
7	105,5	Osnova	100	5,5
8	106	Osnova	100	6,0
9	105	Osnova	100	5,0
10	106	Osnova	100	6,0

Průměr [%]	7,60
Směrodatná odchylka [%]	0,52
Variační koeficient [%]	6,79
95 % interval spolehlivosti [%]	0,38

Průměr [%]	5,40
Směrodatná odchylka [%]	0,46
Variační koeficient [%]	8,51
95 % interval spolehlivosti [%]	0,40

Tkanina č. 3				
Měření č.	Délka vypárané nitě ze vzorku [mm]	Nit	Šířka/délka vzorku [mm]	Setkání útku/osnovy [%]
1	107	Útek	100	7,0
2	107,5	Útek	100	7,5
3	106,5	Útek	100	6,5
4	107	Útek	100	7,0
5	106	Útek	100	6,0
6	106,5	Útek	100	6,5
7	106	Útek	100	6,0
8	107	Útek	100	7,0
9	106	Útek	100	6,0
10	106,5	Útek	100	6,5
1	106	Osnova	100	6,0
2	106	Osnova	100	6,0
3	105	Osnova	100	5,0
4	105	Osnova	100	5,0
5	106	Osnova	100	6,0
6	105,5	Osnova	100	5,5
7	105	Osnova	100	5,0
8	106	Osnova	100	6,0
9	105,5	Osnova	100	5,5
10	106	Osnova	100	6,0

Průměr [%]	6,60
Směrodatná odchylka [%]	0,52
Variační koeficient [%]	7,82
95 % interval spolehlivosti [%]	0,38

Průměr [%]	5,60
Směrodatná odchylka [%]	0,46
Variační koeficient [%]	8,20
95 % interval spolehlivosti [%]	0,40

Tkanina č. 4				
Měření č.	Délka vypárané nitě ze vzorku [mm]	Nit	Šířka/délka vzorku [mm]	Setkání útku/osnovy [%]
1	106	Útek	100	6,0
2	106	Útek	100	6,0
3	107	Útek	100	7,0
4	105	Útek	100	5,0
5	107	Útek	100	7,0
6	106	Útek	100	6,0
7	107	Útek	100	7,0
8	105,5	Útek	100	5,5
9	107	Útek	100	7,0
10	106,5	Útek	100	6,5
1	105	Osnova	100	5,0
2	104	Osnova	100	4,0
3	104,5	Osnova	100	4,5
4	104	Osnova	100	4,0
5	103,5	Osnova	100	3,5
6	103,5	Osnova	100	3,5
7	104	Osnova	100	4,0
8	104,5	Osnova	100	4,5
9	105	Osnova	100	5,0
10	104	Osnova	100	4,0

Průměr [%]	6,30
Směrodatná odchylka [%]	0,71
Variační koeficient [%]	11,35
95 % interval spolehlivosti [%]	0,63

Průměr [%]	4,20
Směrodatná odchylka [%]	0,54
Variační koeficient [%]	12,80
95 % interval spolehlivosti [%]	0,53

Tkanina č. 5				
Měření č.	Délka vypárané nitě ze vzorku [mm]	Nit	Šířka/délka vzorku [mm]	Setkání útku/osnovy [%]
1	105	Útek	100	5,0
2	105	Útek	100	5,0
3	105	Útek	100	5,0
4	105,5	Útek	100	5,5
5	106	Útek	100	6,0
6	104,5	Útek	100	4,5
7	106	Útek	100	6,0
8	104,5	Útek	100	4,5
9	105,5	Útek	100	5,5
10	105	Útek	100	5,0
1	103	Osnova	100	3,0
2	103	Osnova	100	3,0
3	103	Osnova	100	3,0
4	102	Osnova	100	2,0
5	103,5	Osnova	100	3,5
6	103	Osnova	100	3,0
7	103	Osnova	100	3,0
8	102	Osnova	100	2,0
9	102,5	Osnova	100	2,5
10	102	Osnova	100	2,0

Průměr [%]	5,20
Směrodatná odchylka [%]	0,54
Variační koeficient [%]	10,34
95 % interval spolehlivosti [%]	0,47

Průměr [%]	2,70
Směrodatná odchylka [%]	0,54
Variační koeficient [%]	19,91
95 % interval spolehlivosti [%]	0,74

Tkanina č. 6				
Měření č.	Délka vypárané nitě ze vzorku [mm]	Nit	Šířka/délka vzorku [mm]	Setkání útku/osnovy [%]
1	106,5	Útek	100	6,5
2	107	Útek	100	7,0
3	108	Útek	100	8,0
4	107	Útek	100	7,0
5	107	Útek	100	7,0
6	107,5	Útek	100	7,5
7	107	Útek	100	7,0
8	108	Útek	100	8,0
9	108	Útek	100	8,0
10	108	Útek	100	8,0
1	102	Osnova	100	2,0
2	103	Osnova	100	3,0
3	102	Osnova	100	2,0
4	103	Osnova	100	3,0
5	101,5	Osnova	100	1,5
6	102	Osnova	100	2,0
7	102	Osnova	100	2,0
8	102	Osnova	100	2,0
9	102,5	Osnova	100	2,5
10	102	Osnova	100	2,0

Průměr [%]	7,40
Směrodatná odchylka [%]	0,57
Variační koeficient [%]	7,67
95 % interval spolehlivosti [%]	0,42

Tkanina č. 7				
Měření č.	Délka vypárané nitě ze vzorku [mm]	Nit	Šířka/délka vzorku [mm]	Setkání útku/osnovy [%]
1	107	Útek	100	7,0
2	107	Útek	100	7,0
3	107	Útek	100	7,0
4	106,5	Útek	100	6,5
5	107	Útek	100	7,0
6	107	Útek	100	7,0
7	107	Útek	100	7,0
8	107	Útek	100	7,0
9	107	Útek	100	7,0
10	107	Útek	100	7,0
1	102	Osnova	100	2,0
2	102	Osnova	100	2,0
3	102,5	Osnova	100	2,5
4	103	Osnova	100	3,0
5	102	Osnova	100	2,0
6	102,5	Osnova	100	2,5
7	102	Osnova	100	2,0
8	102	Osnova	100	2,0
9	103	Osnova	100	3,0
10	102	Osnova	100	2,0

Průměr [%]	2,20
Směrodatná odchylka [%]	0,48
Variační koeficient [%]	21,96
95 % interval spolehlivosti [%]	0,55

Průměr [%]	6,95
Směrodatná odchylka [%]	0,16
Variační koeficient [%]	2,28
95 % interval spolehlivosti [%]	0,13

Tkanina č. 8				
Měření č.	Délka vypárané nitě ze vzorku [mm]	Nit	Šířka/délka vzorku [mm]	Setkání útku/osnovy [%]
1	106	Útek	100	6,0
2	105	Útek	100	5,0
3	105	Útek	100	5,0
4	106	Útek	100	6,0
5	105	Útek	100	5,0
6	105	Útek	100	5,0
7	105,5	Útek	100	5,5
8	105	Útek	100	5,0
9	105	Útek	100	5,0
10	105	Útek	100	5,0
1	105,5	Osnova	100	5,5
2	105	Osnova	100	5,0
3	105	Osnova	100	5,0
4	105	Osnova	100	5,0
5	104	Osnova	100	4,0
6	104	Osnova	100	4,0
7	104,5	Osnova	100	4,5
8	105	Osnova	100	5,0
9	105	Osnova	100	5,0
10	104	Osnova	100	4,0

Průměr [%]	2,30
Směrodatná odchylka [%]	0,42
Variační koeficient [%]	18,33
95 % interval spolehlivosti [%]	0,48

Průměr [%]	5,25
Směrodatná odchylka [%]	0,42
Variační koeficient [%]	8,09
95 % interval spolehlivosti [%]	0,34

Průměr [%]	4,70
Směrodatná odchylka [%]	0,54
Variační koeficient [%]	11,44
95 % interval spolehlivosti [%]	0,47

Tkanina č. 9				
Měření č.	Délka vypárané nitě ze vzorku [mm]	Nit	Šířka/délka vzorku [mm]	Setkání útku/osnovy [%]
1	107	Útek	100	7,0
2	108	Útek	100	8,0
3	107	Útek	100	7,0
4	107	Útek	100	7,0
5	107,5	Útek	100	7,5
6	107	Útek	100	7,0
7	107	Útek	100	7,0
8	106,5	Útek	100	6,5
9	106	Útek	100	6,0
10	106	Útek	100	6,0
1	105	Osnova	100	5,0
2	105	Osnova	100	5,0
3	105	Osnova	100	5,0
4	106	Osnova	100	6,0
5	105	Osnova	100	5,0
6	106	Osnova	100	6,0
7	105,5	Osnova	100	5,5
8	105,5	Osnova	100	5,5
Tkanina č. 10				
Měření č.	Délka vypárané nitě ze vzorku [mm]	Nit	Šířka/délka vzorku [mm]	Setkání útku/osnovy [%]
1	107	Útek	100	7,0
2	107	Útek	100	7,0
3	107	Útek	100	7,0
4	107,5	Útek	100	7,5
5	107	Útek	100	7,0
6	107	Útek	100	7,0
7	107	Útek	100	7,0
8	107	Útek	100	7,0
9	107	Útek	100	7,0
10	107	Útek	100	7,0
1	105,5	Osnova	100	5,5
2	105	Osnova	100	5,0
3	106	Osnova	100	6,0
4	106	Osnova	100	6,0
5	106	Osnova	100	6,0
6	105	Osnova	100	5,0
7	106	Osnova	100	6,0
8	105,5	Osnova	100	5,5
9	105,5	Osnova	100	5,5
10	106	Osnova	100	6,0

Průměr [%]	6,90
Směrodatná odchylka [%]	0,61
Variační koeficient [%]	8,91
95 % interval spolehlivosti [%]	0,46

Průměr [%]	5,35
Směrodatná odchylka [%]	0,41
Variační koeficient [%]	7,69
95 % interval spolehlivosti [%]	0,33

Průměr [%]	7,05
Směrodatná odchylka [%]	0,16
Variační koeficient [%]	2,24
95 % interval spolehlivosti [%]	0,12

Průměr [%]	5,75
Směrodatná odchylka [%]	0,59
Variační koeficient [%]	10,25
95 % interval spolehlivosti [%]	0,47

Tkanina č. 11				
Měření č.	Délka vypárané nitě ze vzorku [mm]	Nit	Šířka/délka vzorku [mm]	Setkání útku/osnovy [%]
1	106	Útek	100	6,0
2	105,5	Útek	100	5,5
3	106	Útek	100	6,0
4	105,5	Útek	100	5,5
5	105	Útek	100	5,0
6	105	Útek	100	5,0
7	105,5	Útek	100	5,5
8	106	Útek	100	6,0
9	105,5	Útek	100	5,5
10	106	Útek	100	6,0
1	104	Osnova	100	4,0
2	105	Osnova	100	5,0
3	104,5	Osnova	100	4,5
4	104,5	Osnova	100	4,5
5	105	Osnova	100	5,0
6	105	Osnova	100	5,0
7	104	Osnova	100	4,0
8	105	Osnova	100	5,0
9	105	Osnova	100	5,0
10	104,5	Osnova	100	4,5

Průměr [%]	5,60
Směrodatná odchylka [%]	0,39
Variační koeficient [%]	7,04
95 % interval spolehlivosti [%]	0,35

Průměr [%]	4,65
Směrodatná odchylka [%]	0,41
Variační koeficient [%]	8,85
95 % interval spolehlivosti [%]	0,40

Tkanina č. 12				
Měření č.	Délka vypárané nitě ze vzorku [mm]	Nit	Šířka/délka vzorku [mm]	Setkání útku/osnovy [%]
1	105,5	Útek	100	5,5
2	105,5	Útek	100	5,5
3	105	Útek	100	5,0
4	106	Útek	100	6,0
5	105	Útek	100	5,0
6	105,5	Útek	100	5,5
7	105	Útek	100	5,0
8	105	Útek	100	5,0
9	105	Útek	100	5,0
10	105	Útek	100	5,0
1	104	Osnova	100	4,0
2	103	Osnova	100	3,0
3	104	Osnova	100	4,0
4	104	Osnova	100	4,0
5	103	Osnova	100	3,0
6	103	Osnova	100	3,0
7	103	Osnova	100	3,0
8	104	Osnova	100	4,0
9	104	Osnova	100	4,0
10	103,5	Osnova	100	3,5

Průměr [%]	5,25
Směrodatná odchylka [%]	0,35
Variační koeficient [%]	6,73
95 % interval spolehlivosti [%]	0,28

Průměr [%]	3,55
Směrodatná odchylka [%]	0,50
Variační koeficient [%]	14,01
95 % interval spolehlivosti [%]	0,49

Tkanina č. 13				
Měření č.	Délka vypárané nitě ze vzorku [mm]	Nit	Šířka/délka vzorku [mm]	Setkání útku/osnovy [%]
1	108	Útek	100	8,0
2	109	Útek	100	9,0
3	109	Útek	100	9,0
4	108,5	Útek	100	8,5
5	109	Útek	100	9,0
6	108	Útek	100	8,0
7	108,5	Útek	100	8,5
8	108,5	Útek	100	8,5
9	109	Útek	100	9,0
10	108,5	Útek	100	8,5
1	104	Osnova	100	4,0
2	103	Osnova	100	3,0
3	103,5	Osnova	100	3,5
4	103,5	Osnova	100	3,5
5	103	Osnova	100	3,0
6	103	Osnova	100	3,0
7	103	Osnova	100	3,0
8	104	Osnova	100	4,0
9	103	Osnova	100	3,0
10	103,5	Osnova	100	3,5

Průměr [%]	8,60
Směrodatná odchylka [%]	0,39
Variační koeficient [%]	4,59
95 % interval spolehlivosti [%]	0,27

Průměr [%]	3,35
Směrodatná odchylka [%]	0,41
Variační koeficient [%]	12,29
95 % interval spolehlivosti [%]	0,47

Tkanina č. 14				
Měření č.	Délka vypárané nitě ze vzorku [mm]	Nit	Šířka/délka vzorku [mm]	Setkání útku/osnovy [%]
1	109	Útek	100	9,0
2	109	Útek	100	9,0
3	109	Útek	100	9,0
4	109,5	Útek	100	9,5
5	109	Útek	100	9,0
6	109,5	Útek	100	9,5
7	109	Útek	100	9,0
8	109,5	Útek	100	9,5
9	109	Útek	100	9,0
10	109	Útek	100	9,0
1	103	Osnova	100	3,0
2	102,5	Osnova	100	2,5
3	103	Osnova	100	3,0
4	103	Osnova	100	3,0
5	103	Osnova	100	3,0
6	103	Osnova	100	3,0
7	103	Osnova	100	3,0
8	103	Osnova	100	3,0
9	103	Osnova	100	3,0
10	103	Osnova	100	3,0

Průměr [%]	9,15
Směrodatná odchylka [%]	0,24
Variační koeficient [%]	2,64
95 % interval spolehlivosti [%]	0,16

Průměr [%]	2,95
Směrodatná odchylka [%]	0,16
Variační koeficient [%]	5,36
95 % interval spolehlivosti [%]	0,18

Tkanina č. 15				
Měření č.	Délka vypárané nitě ze vzorku [mm]	Nit	Šířka/délka vzorku [mm]	Setkání útku/osnovy [%]
1	107,5	Útek	100	7,5
2	107	Útek	100	7,0
3	108	Útek	100	8,0
4	108	Útek	100	8,0
5	107,5	Útek	100	7,5
6	108	Útek	100	8,0
7	108	Útek	100	8,0
8	108	Útek	100	8,0
9	108	Útek	100	8,0
10	108	Útek	100	8,0
1	106	Osnova	100	6,0
2	105,5	Osnova	100	5,5
3	106	Osnova	100	6,0
4	106	Osnova	100	6,0
5	106	Osnova	100	6,0
6	106	Osnova	100	6,0
7	105,5	Osnova	100	5,5
8	106	Osnova	100	6,0
9	106	Osnova	100	6,0

Průměr [%]	7,80
Směrodatná odchylka [%]	0,35
Variační koeficient [%]	4,48
95 % interval spolehlivosti [%]	0,24

Průměr [%]	5,90
Směrodatná odchylka [%]	0,21
Variační koeficient [%]	3,57
95 % interval spolehlivosti [%]	0,17

Tkanina č. 16				
Měření č.	Délka vypárané nitě ze vzorku [mm]	Nit	Šířka/délka vzorku [mm]	Setkání útku/osnovy [%]
1	106	Útek	100	6,0
2	107	Útek	100	7,0
3	106	Útek	100	6,0
4	106	Útek	100	6,0
5	106	Útek	100	6,0
6	106	Útek	100	6,0
7	107	Útek	100	7,0
8	106	Útek	100	6,0
9	106	Útek	100	6,0
10	107	Útek	100	7,0
1	108	Osnova	100	8,0
2	107	Osnova	100	7,0
3	108	Osnova	100	8,0
4	107	Osnova	100	7,0
5	107	Osnova	100	7,0
6	107	Osnova	100	7,0
7	107	Osnova	100	7,0
8	107	Osnova	100	7,0
9	107	Osnova	100	7,0
10	107	Osnova	100	7,0

Průměr [%]	6,30
Směrodatná odchylka [%]	0,48
Variační koeficient [%]	7,67
95 % interval spolehlivosti [%]	0,39

Průměr [%]	7,20
Směrodatná odchylka [%]	0,42
Variační koeficient [%]	5,86
95 % interval spolehlivosti [%]	0,31

Tkanina č. 17				
Měření č.	Délka vypárané nitě ze vzorku [mm]	Nit	Šířka/délka vzorku [mm]	Setkání útku/osnovy [%]
1	109	Útek	100	9,0
2	109	Útek	100	9,0
3	108	Útek	100	8,0
4	108	Útek	100	8,0
5	108,5	Útek	100	8,5
6	109	Útek	100	9,0
7	109	Útek	100	9,0
8	109	Útek	100	9,0
9	109	Útek	100	9,0
10	109	Útek	100	9,0
1	106	Osnova	100	6,0
2	106	Osnova	100	6,0
3	106	Osnova	100	6,0
4	106	Osnova	100	6,0
5	106	Osnova	100	6,0
6	106	Osnova	100	6,0
7	106	Osnova	100	6,0
8	106	Osnova	100	6,0
9	106	Osnova	100	6,0
10	106	Osnova	100	6,0

Průměr [%]	8,75
Směrodatná odchylka [%]	0,42
Variační koeficient [%]	4,86
95 % interval spolehlivosti [%]	0,29

Průměr [%]	6,00
Směrodatná odchylka [%]	0,00
Variační koeficient [%]	0,00
95 % interval spolehlivosti [%]	0,00

Tkanina č. 18				
Měření č.	Délka vypárané nitě ze vzorku [mm]	Nit	Šířka/délka vzorku [mm]	Setkání útku/osnovy [%]
1	105	Útek	100	5,0
2	105	Útek	100	5,0
3	105	Útek	100	5,0
4	105	Útek	100	5,0
5	105	Útek	100	5,0
6	106	Útek	100	6,0
7	105	Útek	100	5,0
8	106	Útek	100	6,0
9	105,5	Útek	100	5,5
10	105,5	Útek	100	5,5
1	109	Osnova	100	9,0
2	110	Osnova	100	10,0
3	110	Osnova	100	10,0
4	111	Osnova	100	11,0
5	110	Osnova	100	10,0
6	110	Osnova	100	10,0
7	110	Osnova	100	10,0
8	110	Osnova	100	10,0
9	110	Osnova	100	10,0
10	109	Osnova	100	9,0

Průměr [%]	5,30
Směrodatná odchylka [%]	0,42
Variační koeficient [%]	7,96
95 % interval spolehlivosti [%]	0,37

Průměr [%]	9,90
Směrodatná odchylka [%]	0,57
Variační koeficient [%]	5,73
95 % interval spolehlivosti [%]	0,34

Tkanina č. 19				
Měření č.	Délka vypárané nitě ze vzorku [mm]	Nit	Šířka/délka vzorku [mm]	Setkání útku/osnovy [%]
1	108	Útek	100	8,0
2	107	Útek	100	7,0
3	107,5	Útek	100	7,5
4	108	Útek	100	8,0
5	107	Útek	100	7,0
6	107	Útek	100	7,0
7	107	Útek	100	7,0
8	107	Útek	100	7,0
9	107,5	Útek	100	7,5
10	107	Útek	100	7,0
1	108	Osnova	100	8,0
2	108	Osnova	100	8,0
3	107,5	Osnova	100	7,5
4	108	Osnova	100	8,0
5	108	Osnova	100	8,0
6	108	Osnova	100	8,0
7	107,5	Osnova	100	7,5
8	107,5	Osnova	100	7,5
9	107	Osnova	100	7,0
10	107,5	Osnova	100	7,5

Průměr [%]	7,30
Směrodatná odchylka [%]	0,42
Variační koeficient [%]	5,78
95 % interval spolehlivosti [%]	0,29

Průměr [%]	7,70
Směrodatná odchylka [%]	0,35
Variační koeficient [%]	4,54
95 % interval spolehlivosti [%]	0,24

Tkanina č. 20				
Měření č.	Délka vypárané nitě ze vzorku [mm]	Nit	Šířka/délka vzorku [mm]	Setkání útku/osnovy [%]
1	108	Útek	100	8,0
2	108	Útek	100	8,0
3	107,5	Útek	100	7,5
4	108	Útek	100	8,0
5	108	Útek	100	8,0
6	108	Útek	100	8,0
7	108	Útek	100	8,0
8	108	Útek	100	8,0
9	108	Útek	100	8,0
10	108	Útek	100	8,0
1	110	Osnova	100	10,0
2	109	Osnova	100	9,0
3	110	Osnova	100	10,0
4	109,5	Osnova	100	9,5
5	110	Osnova	100	10,0
6	110	Osnova	100	10,0
7	110	Osnova	100	10,0
8	109	Osnova	100	9,0
9	109	Osnova	100	9,0
10	110	Osnova	100	10,0

Průměr [%]	7,95
Směrodatná odchylka [%]	0,16
Variační koeficient [%]	1,99
95 % interval spolehlivosti [%]	0,11

Průměr [%]	9,65
Směrodatná odchylka [%]	0,47
Variační koeficient [%]	4,92
95 % interval spolehlivosti [%]	0,31